

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт водных и экологических проблем
Сибирского отделения
Российской академии наук

НАЗАРЕНКО АНТОН ЕВГЕНЬЕВИЧ

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ
(НА ПРИМЕРЕ ЗАРИНСКОГО РАЙОНА АЛТАЙСКОГО КРАЯ)

1.6.21 – Геоэкология
(*географические науки*)

Научный руководитель:
д-р. геогр. наук, профессор
Б.А. Красноярова

Барнаул, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ КАК ИНСТРУМЕНТ ПЕРЕХОДА К УСТОЙЧИВОМУ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЮ	8
1.1. История становления концепции экосистемных услуг в современной науке	8
1.2. Классификации экосистемных услуг	20
1.3. Методы оценки экосистемных услуг	25
1.4. Применение оценок экосистемных услуг для долгосрочного планирования в землепользовании	32
ГЛАВА 2. ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРИРОДНОГО КАПИТАЛА ЗАРИНСКОГО РАЙОНА АЛТАЙСКОГО КРАЯ	36
2.1 Физико-географические особенности территории	36
2.2. Анализ хозяйственной деятельности в природозависимых отраслях	44
2.3. Анализ структуры землепользования	57
ГЛАВА 3. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОЦЕНОК ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ	68
3.1. Оценка экосистемных услуг	68
3.2. Оценка вариантов оптимизации структуры землепользования в Заринском районе с позиций изменения ценности экосистемных услуг	102
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	112
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	117
ПРИЛОЖЕНИЕ А	127

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Высокие темпы индустриального развития в мире в целом, и, в частности, в СССР, в двадцатом веке привели к ухудшению качества жизнеобеспечивающих функций и ресурсов экосистем, в том числе – пресной воды, плодородия почв, качества атмосферного воздуха, биоразнообразия. К таким изменениям, кроме прочих причин, привел факт восприятия обществом благ природы как не имеющих ценности, и, таким образом, не имеющих приоритета в сохранении. С целью достижения компромисса между экономическими и экологическими устремлениями общества была разработана концепция устойчивого развития (sustainable development), закрепленная в Декларации Рио (1992). Междисциплинарный, эколого-экономический характер проблемы достижения устойчивого развития, требовал междисциплинарного решения, что привело к возникновению в 1990-х годах в США «экологической экономики», а в рамках данного направления – концепции природного капитала, которая рассматривает жизнеобеспечивающие функции экосистем в качестве источника экосистемных услуг, имеющих ценность и потребляемых обществом.

В настоящее время оценки экосистемных услуг представляют собой один из инструментов долгосрочного планирования в природопользовании в отдельных странах. Оценки благ, получаемых от экосистем, позволяют сравнивать между собой альтернативные сценарии изменения структуры землепользования и определять объем их прироста или потерь с точки зрения устойчивого развития. Перспективными в применении выглядят монетарные оценки – они позволяют выразить ценность жизнеобеспечивающих функций экосистем в понятной для природопользователей форме и делают возможным их сравнение с объемом выгоды, получаемой от хозяйственной деятельности.

В России в настоящее время оценки экосистемных услуг носят эпизодический характер, проявляющийся в участии страны в крупных международных проектах, посвященных национальным оценкам экосистемных услуг (ТЕЕВ), либо в локальных оценках, чаще всего применяемых для особо

охраняемых природных территорий. При этом, на практике, социально-экономическая составляющая освоения экосистемных услуг территории, как правило, представлена всей совокупностью производственных связей и социальных последствий осуществления хозяйственной деятельности, которые существуют и проявляются чаще всего в региональном масштабе.

Таким образом, существует необходимость в разработке и апробации методики, которая позволяла бы объективно оценивать экосистемные услуги любого региона с целью совершенствования структуры землепользования и разработки стратегии пространственного развития, при реализации которой в регионе не ухудшалось бы со временем качество жизнеобеспечивающих функций экосистем.

Особенно актуальными такие оценки являются для регионов, специализирующихся на хозяйственной деятельности в природозависимых отраслях, в том числе – в сельском и лесном хозяйстве, где ценность экосистемных услуг (естественное плодородие почв, продуктивность кормовых угодий, прирост запаса древесины) оказывает определяющее влияние на эффективность хозяйственной деятельности. В качестве примера такого региона можно привести Алтайский край, имеющий сельскохозяйственную специализацию.

Объектом исследования выступает территория Заринского района Алтайского края, расположенная на стыке Западно-Сибирской равнины и Алтае-Саянской горной стран и отличающаяся разнообразием природных условий и структуры землепользования, **предмет исследования** – экосистемные услуги, оказываемые в границах Заринского района Алтайского края.

Цель исследования – оценка сценариев изменения структуры землепользования территории с учетом концепции экосистемных услуг.

Достижение поставленной цели предусматривает решение ряда **задач**:

- 1) разработать алгоритм расчета ценности экосистемных услуг для оценки выгод различных сценариев изменений структуры землепользования;
- 2) оценить экосистемные услуги территории на примере ключевого района;

3) оценить последствия реализации различных сценариев изменения структуры землепользования Заринского района.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Разработанная методика позволяет оценивать экосистемные услуги и антиуслуги муниципального района с учетом структуры землепользования и показателей продуктивности экосистем.

2. Оценка экосистемных услуг и антиуслуг ландшафтных местностей Заринского района позволяет прогнозировать последствия изменения структуры землепользования при разных сценариях развития.

3. Оптимизация территориальной организации сельскохозяйственного землепользования обеспечивается достижением компромисса между получением экономической выгоды и сохранением полезных функций ландшафтов.

Теоретическая и методическая база исследования основана на работах исследователей в области геоэкологии, природо- и землепользования: И.Н. Волковой (1993), Б.А. Краснояровой (1990, 2010, 2014), Ю.Н. Куражского (1969), Т.Г. Нефедовой (1993), Н.Ф. Реймерса (1994), Т.Г. Руновой (1993); изучающих территорию Алтайского края: Л.М. Бурлаковой (2005), Ю.И. Винокурова (1988, 2010), Г.В. Занина (1958), А.В. Куминовой (1960), А.М. Малолетко (1972), Н.Ф. Харламовой (2006, 2011), Ю.М. Цимбалея (2016); занимающихся эколого-экономическими оценками и оценками экосистемных услуг: R. Costanza (1992, 1997, 2014), G. Daily (1997), R. De Groot (2014), H. Dunn (2011), K.R. Richards (2004), R. K. Turner (2008), С. Н. Бобылева (2009), Д. Г. Замолотчикова (2016), А.С. Исаева (1993), В.В. Юрак (2017) и др.

Фактический материал и методы исследования. В работе использованы сравнительно-географический, статистический, геоинформационный и картографический методы исследования, математическое моделирование, а также полевые исследования, метод дистанционного зондирования Земли на основе программных продуктов ERSI ArcGIS 10.1 и аналитического пакета MS Excel.

В качестве исходных материалов исследования выступили опубликованные работы и фондовые материалы ИВЭП СО РАН, АлтайНИИГипрозем, Управления

Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Алтайскому краю, Управления Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и Республике Алтай, Министерства природных ресурсов и экологии Алтайского края, администраций муниципальных образований Алтайского края, а также данные полевых исследований автора и опубликованные труды отечественных и зарубежных исследователей.

Достоверность полученных результатов обеспечивается применением широкого спектра геоэкологических методов и подходов, в том числе принятых в мировом сообществе подходов к оценкам экосистемных услуг, а также использованием данных официальных источников – АлтайНИИГипрозем, Росреестра, Росстата, Министерства природных ресурсов и экологии Алтайского края, администраций муниципальных образований Алтайского края и др., и их верификацией в ходе проведения полевых исследований.

Научная новизна:

1) разработана авторская методика комплексной оценки экосистемных услуг муниципального района;

2) разработан алгоритм оценки сценариев изменения структуры землепользования административного района с позиций ценности экосистемных услуг;

3) обоснованы предложения по оптимизации структуры землепользования Заринского района Алтайского края.

Практическая значимость: результаты работы могут быть использованы при планировании оптимизации структуры землепользования, а также с целью совершенствования стратегии пространственного развития территории и схем территориального планирования региональными органами законодательной и исполнительной власти.

Публикация и апробация результатов исследования. Основные результаты исследования отражены в 9 публикациях, 3 – в журналах, входящих в перечень ВАК РФ, 1 – в журнале, входящем в RSCI. Результаты исследования

докладывались на научных конференциях: Барнаул (2016-2020), Симферополь (2018), Ростов-на-Дону (2020).

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 101 наименований и приложения. Основное содержание работы изложено на 126 страницах машинописного текста, включает в себя 43 таблицы и 27 рисунков.

ГЛАВА 1. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ КАК ИНСТРУМЕНТ ПЕРЕХОДА К УСТОЙЧИВОМУ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЮ

1.1. История становления концепции экосистемных услуг в современной науке

Высокие темпы социально-экономического развития общества в двадцатом веке привели к тому, что качество окружающей среды и ее компонентов, таких как ресурсы пресной воды, плодородие почв, а также состав атмосферного воздуха значительно изменились. Данные изменения являются следствием того, что блага природы в обществе повсеместно воспринимались как не имеющие ценности, и, таким образом, не имеющие приоритета в сохранении. Недостаточный приоритет сохранения качества жизнеобеспечивающих функций окружающей среды у природопользователей в погоне за экономической выгодой в середине двадцатого века привел к росту угрозы техногенных катастроф, трансграничных загрязнений атмосферы и водных объектов. Рост угроз трансграничных загрязнений, в свою очередь, послужил одной из предпосылок развития международного сотрудничества в области охраны окружающей среды.

Особую роль в поиске компромисса между экономической деятельностью и охраной окружающей среды сыграла разработка концепции устойчивого развития общества.

Словосочетание «устойчивое развитие» широко вошло в природоохранный лексикон после принятия Декларации Рио-де-Жанейро по окружающей среде и развитию (1992). В Декларации впервые были сформулированы 27 основных принципов устойчивого развития, в которых провозглашались в том числе неразрывная связь развития общества с сохранением качества окружающей среды, необходимость глобального международного сотрудничества в области охраны окружающей среды, право будущих поколений на качественную окружающую среду, право людей на получение достоверной информации о ее качестве и переход к менее ресурсоемким и более «чистым» технологиям производства.

Многие исследователи отмечали неточность русского перевода выражения «sustainable development» – устойчивое развитие, что связано с отсутствием в русском языке однозначного эквивалента английскому слову «sustainable», которое переводится как «бережливый», «обеспечивающий учёт будущих потребностей», «неистощительный». То есть, в данном контексте, под этим термином следует понимать самодостаточное, «продолжающееся» развитие, учитывающее потребности будущих поколений как в количестве природных ресурсов, так и в сохранении природной среды.

Смысл устойчивого развития, по мнению академика Н.Н. Моисеева, также может быть выражен термином «коэволюция человека и биосферы», который в определенной степени продолжает концепцию ноосферы В.И. Вернадского (Моисеев, 1987).

Устойчивое развитие объединяет три основные составляющие: экономическую, экологическую и социальную (Рисунок 1).

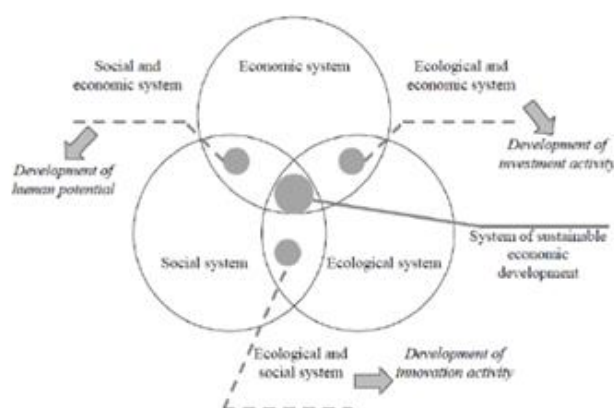


Рисунок 1. Составляющие устойчивого развития (Gainullina, 2016)

Экономическая составляющая устойчивого развития основана на теории максимального потока совокупного дохода Хикса-Линдаля (Безрукова, Яковлева, Цзян, 2008). Согласно данной теории, максимальный совокупный доход может быть произведен при условии, по крайней мере, сохранения совокупного капитала, с помощью которого и производится этот доход. Такой подход подразумевает максимально эффективное использование ограниченных ресурсов – снижение ресурсоемкости продукции, внедрение циклов вторичной переработки сырья, переход к менее отходным технологиям производства и т.д. Однако при решении

вопросов о том, какой именно капитал должен быть в большей степени сохранен (экономический, природный или человеческий) и в какой мере различные виды капитала взаимно замещаемы, возникают проблемы объективной интерпретации и отсутствия алгоритмов количественной оценки.

Социальная составляющая устойчивого развития направлена на сохранение стабильности социокультурных систем. В данном случае имеется в виду, прежде всего, внимание мирового сообщества к справедливому распределению благ, а именно – уделение внимания и оказание помощи бедным и развивающимся странам, проведение в таких странах мероприятий по внедрению устойчивого развития. Это связано с тем, что в развивающихся странах зачастую отмечается низкий уровень экологизации производства и экологической культуры населения в целом, что значительно снижает приоритет устойчивого развития на фоне общей бедности.

Экологическая составляющая устойчивого развития, прежде всего, состоит в сохранении такого уровня антропогенного воздействия на природную среду, при котором не нарушается способность экосистемы к её естественному восстановлению – её устойчивость. Таким образом, устойчивая экосистема будет способна выполнять широкий спектр жизнеобеспечивающих функций, как для текущего, так и для будущих поколений.

Для решения поставленной еще в 1970-х годах и сформулированной в Декларации Рио концепции устойчивого развития в рамках экономической её составляющей возникла необходимость в определении ценности жизнеобеспечивающих функций, осуществляемых природной средой. На этом фоне в США возникла новая междисциплинарная область – экологическая экономика, предполагающая междисциплинарный подход к изучению взаимосвязей между экосистемами и экономическими системами в самом широком их представлении.

В центре экологической экономики находится устойчивое управление экономико-экологической системой, а временные рамки рассматриваются обычно шире, чем в традиционной экономике. Цель экологической экономики состоит в

поиске наилучших путей ведения хозяйства в «экономном обществе», основанных на определении экономической эффективности. С 1989 года существует Международное общество экологической экономики (International Society for Ecological Economics, ISEE), которое объединяет множество исследователей со всего мира и проводит конференции каждые 2 года. С 1992 года функционирует Российское общество экологической экономики (РОЭЭ), в состав которого входят более 200 учёных из России и СНГ.

Одним из основных понятий экологической экономики является понятие природного капитала, которое получило известность после публикации работы Р. Костанца и Г. Дэйли «Природный капитал и устойчивое развитие» в 1992 году (Costanza, Daly, 1992).

Под природным капиталом в данной работе понималась совокупность природных свойств, которые создают устойчивый поток благ и услуг, востребованный в будущем. В качестве примера природного капитала рассматривались лесной массив, который ежегодно создает устойчивый поток древесных ресурсов, и косяк рыб, ежегодно производящий потомство. Кроме того, указывалось, что кроме материальных благ (природных ресурсов), природный капитал может производить и регулирующие экосистемные услуги, в числе которых определялись ассимиляция отходов, естественное плодородие почвы, защита земель от эрозии.

В соответствии с концепцией природного капитала Г. Дэйли и Р. Костанца, поток производимых благ должен быть устойчивым. Авторы считают требование сохранения постоянной или неубывающей величины природного капитала TNC (Total Natural Capital) ключевой идеей устойчивого развития. В дальнейшем эта теория была широко распространена и в настоящее время она представляет собой основу для исследований в эколого-экономических оценках.

Что касается экосистемных услуг, впервые детально вопрос их определения был рассмотрен подробно в коллективной монографии под редакцией Г. Дэйли и по настоящее время является спорным. Дискуссионность определения связана как с междисциплинарным характером объекта исследования, так и с вопросами о

возможности проведения качественной или количественной оценки экосистемных услуг.

Понятие экосистемных услуг как определенных выгод, получаемых человеком от природы, в его современном звучании связывают исследованием А. Вилсона и М. Мэттьюса, выпущенном в 1970 году и посвященном критическим проблемам состояния окружающей среды (Daily, 1997).

Этот термин употреблялся в несколько разных звучаниях: как услуги природы, как услуги окружающей среды и, наконец, в отношении к экосистемным услугам. Следует отметить, что на этапе становления концепции наиболее популярным как в экологии, так в экономике, долгое время оставался термин «экосистемные функции». Однако, между такими определениями, как экосистемные функции и экосистемные услуги, существует принципиальные отличия. Например, с точки зрения С.Н. Бобылева, экосистемные функции – это те особенности или признаки экосистем, которые теоретически могут являться источником тех или иных благ (Бобылев, Захаров, 2009). Из этого исходит взаимосвязь между понятиями «экосистемные функции» и «экосистемные услуги», с которой можно согласиться – экосистемные функции, которые используются и для которых определен получатель природных благ, являются экосистемными услугами.

В программных документах крупных международных проектов, в том числе и проекта ЮНЭП «Оценка экосистем на пороге тысячелетий» (Millennium Ecosystem Assessment) представлено ёмкое и простое определение экосистемных услуг – блага, которые люди получают от экосистем (МЕА., 2003).

В отечественной литературе распространено и определение С.Н. Бобылева, которое он предложил в труде «Экосистемные услуги и экономика»: «экосистемные услуги – это весь спектр товаров и услуг, предоставляемых природой, который отражает четыре функции природного капитала: ресурсную, регулирующую, духовную и социальную» (Бобылев, Захаров, 2009). Данное определение, в сущности, совпадает с определением, приведенным выше, однако

оно, на наш взгляд, в большей степени ориентировано на экономическую сторону эколого-экономических исследований.

С момента публикации первых работ, посвященных оценкам экосистемных услуг, был отмечен ряд сложностей и нерешенных вопросов. В первую очередь, оценки осложняются тем, что многие жизнеобеспечивающие функции не имеют аналогов в производстве и не могут быть воспроизведены обществом. Это подтверждается результатами эксперимента «Биосфера-2», проведенного в 1991-1993 годах в Аризоне (США). В рамках этого эксперимента предполагалось создать замкнутую систему, в которой люди были бы способны работать и жить в течение неограниченного времени. Однако, через несколько месяцев бурное размножение микроорганизмов привело к порче сельскохозяйственных культур, отсутствие ветра привело к тому, что деревья стали чрезвычайно ломкими, содержание кислорода в воздухе снижалось, а люди, участвовавшие в эксперименте и находящиеся внутри «Биосферы-2», разделились на две соперничающие группы. Эксперимент завершился неудачей по причине того, что не было найдено решение проблем сохранения качества воздуха и питания.

В СССР также существовал подобный проект, «БИОС-3» в рамках которого учеными Института биофизики СО РАН проводилась разработка замкнутой системы жизнеобеспечения «человек-хлорелла». В результате советских экспериментов в 1972-1973 гг. удалось достичь полного замыкания системы по газу и воде, однако потребности человека в пище удалось удовлетворить не в полной мере, а лишь на 80% (Лисовский, 1979).

Таким образом, на данный момент даже в экспериментальных условиях невозможно воссоздать многие жизнеобеспечивающие функции природной среды, что делает их в некоторой степени бесценными, например, по этой причине не могут быть объективно определены затраты на восстановление качества воздуха при его загрязнении.

Еще одной причиной, по которой затруднены оценки экосистемных услуг, является то, что многие природные блага не участвуют в рыночных отношениях, так как не могут быть определены их получатель, объем и объективная стоимость.

Например, стоимость услуг экосистем по естественному опылению растений, поддержанию уровня кислорода в воздухе, генетическому разнообразию не поддаётся прямым оценкам.

Тем не менее, по мнению основоположников эколого-экономических оценок Г. Дэйли и Р. Костанца, для достижения устойчивого развития такие оценки, пусть и не всегда в денежных эквивалентах, проводить необходимо. О необходимости оценки выгод, получаемых от различных функций экосистем и улучшающих благосостояние населения, в своих работах также указывают С.Н. Бобылев, О.Е. Медведева, В.М. Захаров, С.Г. Замолотчиков и другие (Бобылев, Захаров, 2009).

Необходимо при этом подчеркнуть, что оценка экосистемных услуг (в любых единицах) не совпадает с понятием коммодификации, то есть придания им товарных качеств, или приватизации. Большинство экосистемных услуг являются публичными благами (неконкурентными и неисключаемыми) или ресурсами общего пользования (конкурентными, но неисключаемыми), что означает, что традиционные рынки применительно к их оценке работают не слишком эффективно. Экосистемные услуги вносят вклад в устойчивое развитие общества, и, таким образом, их ценность представляет собой относительный вклад каждой из экосистем в достижение целей устойчивого развития. Важно также отметить, что экосистемы не могут предоставить какие-либо преимущества для людей без присутствия, собственно, людей (человеческий капитал), общества (социальный капитал), и их антропогенной среды (инфраструктурный капитал). Взаимодействие между данными формами капитала показано на рисунке 2.

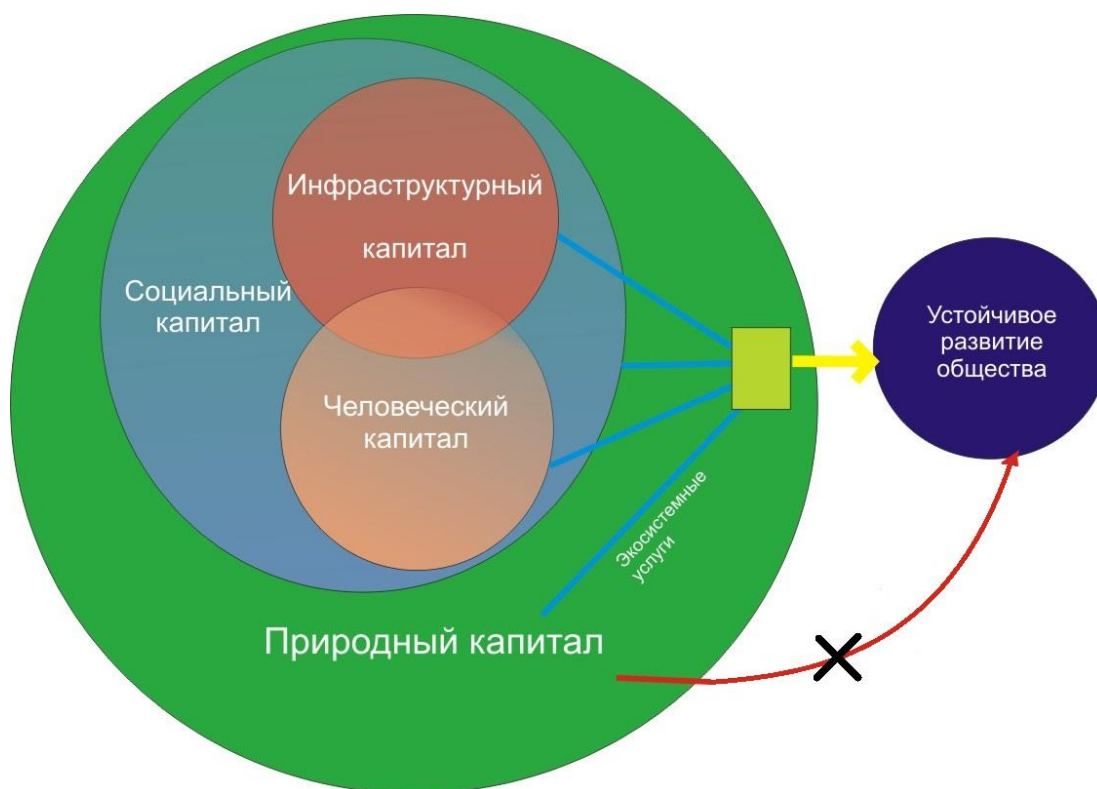


Рисунок 2. Взаимодействие между природным, социальным, человеческим и инфраструктурным видами капитала в обеспечении устойчивого развития (De Groot et. al., 2014)

Таким образом, экосистемные услуги не поступают непосредственно из природного капитала – это происходит только через взаимодействие с тремя другими его формами, для которых природный капитал может обеспечить преимущества. Такой подход является концептуальной основой для проведенной в 2010 году национальной оценки экосистем Великобритании и во многом повторяет логику трёх составляющих устойчивого развития.

Одна из первых и наиболее известных попыток оценки экосистемных услуг на глобальном уровне была осуществлена группой ученых под руководством профессора Р. Костанца, которые оценили общую стоимость экосистемных услуг и природного капитала планеты Земля, результаты оценки были опубликованы в журнале Nature в 1997 году. Полученная при данной оценке стоимость экосистемных услуг составила от 16 до 59 трлн. долл./год, что при средневзвешенной оценке привело к получению результата в 33 трлн. долл./год и составляет примерно 180% от создаваемого человечеством ВВП (18 трлн.долл./год) (Costanza et. al., 1997).

Эта работа вызвала значительный интерес, как в обществе, так и в научных кругах, хотя оценка была достаточно приблизительной. Как указывает Р. Костанца в одной из своих современных работ, целью оценки было повышение осведомленности общества о ценности природного капитала и необходимости его сохранения в целях устойчивого развития (Costanza et. al., 2014). Однако, в целом, доклад Р. Костанца в 1997 был принят еще не готовым к такому подходу, индустриальным обществом, достаточно неоднозначно.

Проведенная позднее, в 2014 году, Р. Костанца и Р. Де Грут повторная оценка на основе локальных тематических исследований по всему миру с уточнением данных первоначальных оценок охватывала большее количество экосистем, типов ландшафтов, различные определения экосистемных услуг, различные территории, различные уровни шкал времени и сложности. В общей сложности, в рамках исследования было отобрано примерно 320 публикаций с более чем 1350 точек измерений, сохраненных в Базе данных ценности экосистемных услуг (ESVD) (<http://www.fsd.nl/>). Выборка из 665 этих значений была использована для анализа (Costanza et. al., 2014).

В результате анализа вышеуказанных региональных исследований были получены данные об удельной стоимости экосистемных услуг крупнейших биомов суши. Следует отметить, что результаты повторной оценки значительно отличались от первоначально полученных результатов. Например, изменение удельной стоимости основных видов экосистемных услуг для экосистем бореальных лесов в период между ранними и поздними оценками коллектива под руководством Р. Костанца представлено на диаграмме (Рисунок 3).

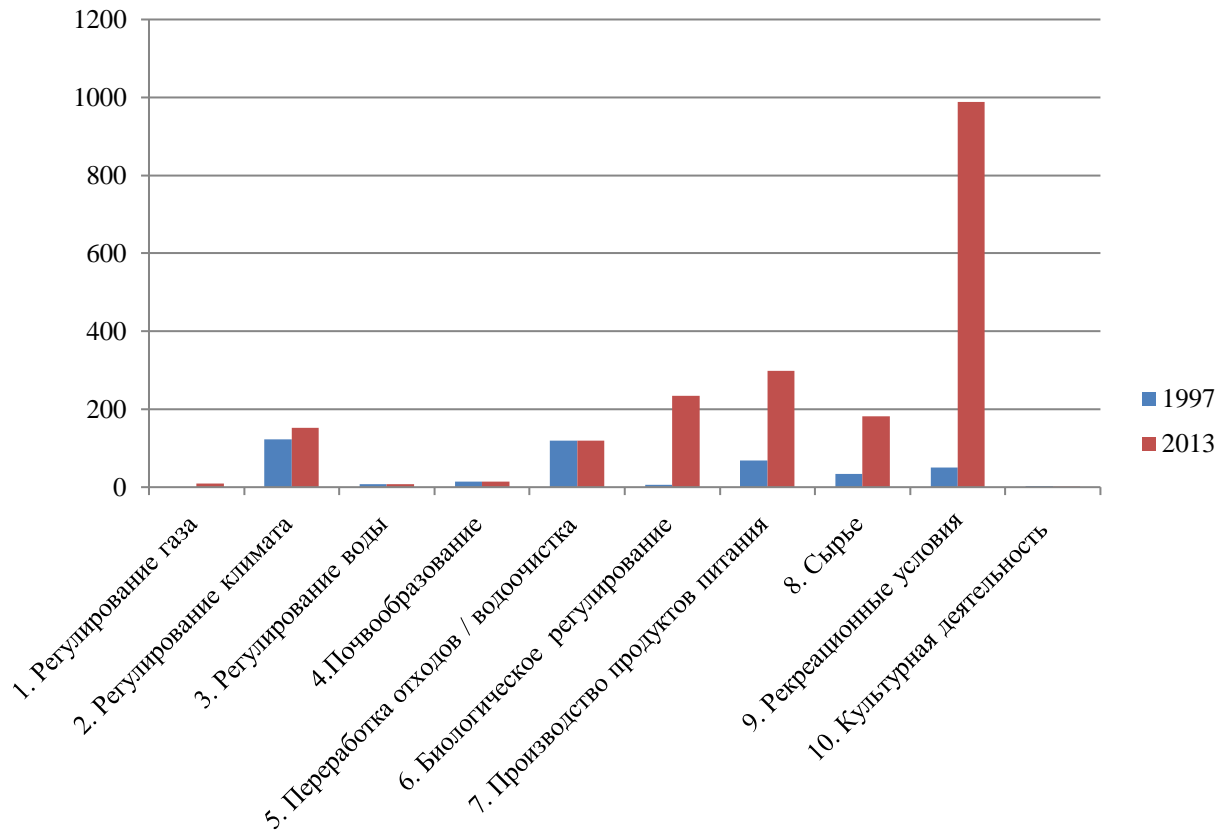


Рисунок 3. Изменение удельной стоимости экосистемных услуг бореальных лесов мира, долл. /га (с учетом паритетной покупательной способности, по курсу доллара в 2013 году)

Как видно на диаграмме, для большинства экосистемных услуг стоимость за рассматриваемый период увеличилась. Понимая, что под стоимостью экосистемных услуг понимают их удельный вклад в жизнеобеспечение, и, таким образом, необходимые усилия для сохранения его качества, следует отметить, что в рассматриваемом периоде был значительно переосмыслен вклад лесных экосистем в обеспечение рекреации, производства продуктов питания и сохранение биоразнообразия.

Интерес в обществе и научных кругах, вызванный публикациями первых оценок экосистемных услуг, подтолкнул мировое сообщество к созданию проекта, в задачи которого входило бы проведение подробной оценки (Глазырина, 2001). Первым таким проектом стал проект Института мировых ресурсов и ЮНЭП «Оценка экосистем на пороге тысячелетия» (Millennium Ecosystem Assessment).

Цель проекта – оценить последствия изменений в экосистемах для благосостояния людей и создать научную основу для расширения возможностей

сохранения экосистем и их устойчивого использования. В работу проекта было вовлечено свыше 1360 экспертов со всего мира. Результаты исследований изложены в 5 специализированных томах и 6 сводных отчетах; они дают оценку современного состояния и тенденций его изменения для мировых экосистем, а также услуг, которые они обеспечивают (чистая вода, продовольствие, продукция леса, регулирование паводков и природные ресурсы). Кроме того, были описаны возможные способы восстановления, сохранения и более устойчивого использования экосистем (Оценка экосистем...: электронный ресурс, 2019).

Не менее значимым стал проект «Экономика экосистем и биоразнообразия» (The Economics of Ecosystems and Biodiversity – ТЕЕВ), завершенный в 2010 году. Разработка этого проекта преследовала цель подготовки инструкций по оценке экосистемных услуг на разных уровнях, например, для руководства стран, регионов, а также для представителей бизнеса на основе накопленного опыта применения оценок ЭУ (ТЕЕВ...,2010).

Практика и национальные особенности методов оценки ЭУ породили потребность обмена накопленным опытом между странами. В настоящее время известны несколько международных организаций, занимающихся сбором, анализом и обменом информацией по оценке ЭУ, а также оказанием консультативной помощи. В этом плане интересен опыт некоммерческой организации Форест Трендс (Forest Trends). Эта организация основана в США 1998 г. с целью расширения знаний об устойчивом лесопользовании, о методах измерения ценности лесных ЭУ и их рынках, об использовании ПЭУ как источника средств к существованию общин, живущих в лесных местностях, и борьбе с бедностью (Katoomba Group: электронный ресурс, 2019).

В 2010 г. создано «Общество по услугам морских экосистем» (MESP), представляющее собой виртуальный центр по сбору и обмену информацией об использовании морских экосистем. В базе MESP находится более 2 тыс. публикаций, а также информация, помогающая исследователям разных стран работать сообща (Marine Ecosystem Services Partnership: электронный ресурс, 2019).

В преддверии открытия Саммита Рио+20 более 50 стран приняли обязательства использовать стоимостные оценки природного капитала в системах национальных счетов, а 86 частных компаний, следуя опыту описанных ранее корпоративных оценок экосистемных услуг, – учитывать эти оценки при планировании своей деятельности (Ten et. al., 2012).

В 2011 г. в Великобритании была завершена оценка национальных экосистем (NEA). В ходе ее проведения выявлены тенденции изменения экосистем в ретроспективе за несколько десятилетий. Проведены предварительные оценки ценности ЭУ и выгоды от их использования в различных сценариях экономического развития в долгосрочной перспективе (UNEP-WCMC: электронный ресурс, 2019).

Возможности использования результатов таких оценок отражаются в правительственной программе по охране окружающей среды, продовольствия и сельского хозяйства (DEFRA) (Dunn, 2011).

В 2012 г. завершили сплошные оценки национальных экосистем скандинавские страны (Финляндия, Швеция, Норвегия, Дания, включая Гренландию), целью которых являлось выявление наиболее ценных с данной точки зрения экосистем или их участков и индикация возможностей использования оценок ЭУ и ПЭУ в государственных системах охраны природы.

В 2013 году в рамках проекта Status Quo вышел отчет Центра охраны дикой природы «Экосистемные услуги наземных экосистем России: первые шаги» (2013). В рамках этого проекта была проведена первая обобщенная оценка экосистемных услуг России, в том числе продукционных, рекреационных и средообразующих услуг. Далее эта работа была продолжена, что было выражено в публикации национального доклада «Экосистемные услуги наземных экосистем России» (2016).

Кроме этого, Россия также участвовала в других проектах, таких, как ПРООН, Wetland International, проектах российского филиала WWF и других, однако практические междисциплинарные оценки экосистемных услуг на региональном уровне в России в настоящее время носят эпизодический характер.

Подводя итог вышесказанному, следует отметить, что с момента первых публикаций, посвященных оценкам экосистемных услуг с 1970-х гг., данная концепция была широко распространена и достаточно подробно разработана. В настоящее время оценки экосистемных услуг проводятся во многих странах мира и служат инструментом для решения различных задач, от привлечения внимания общественности к проблемам охраны окружающей среды до разработки стратегических планов развития хозяйственной деятельности в различных территориальных масштабах.

1.2. Классификации экосистемных услуг

В настоящее время в международной практике сложилась следующая классификация экосистемных услуг, которая была реализована в:

– докладе «Оценка экосистем на пороге тысячелетия» (Millennium Ecosystem Assessment), использованная для глобальной оценки экосистемных услуг (МЕА..., 2003);

– международном проекте «Экономика экосистем и биоразнообразие – ТЕЕВ», которая использовалась странами – участниками этого проекта для оценки экосистемных услуг на национальном уровне (ТЕЕВ..., 2010);

– проекте Европейского агентства по охране окружающей среды – CICES (Common International Classification of Ecosystem Services), на основе двух вышеуказанных классификаций (CICES V. 5.1., 2018).

Следует отметить, что все три классификации схожи между собой и включают три основные группы экосистемных услуг, выделенные по видам благ, которые общество получает от их использования:

– обеспечивающие услуги (provisioning services), которые включают в себя услуги по обеспечению материальными благами и ресурсами;

– регулирующие услуги (regulating services) – услуги по регулированию экосистемных процессов, влияющие на способность экосистем выполнять жизнеобеспечивающие функции;

– культурные услуги (cultural services) – нематериальные качества экосистем, обеспечивающие культурные, познавательные и духовные потребности общества (Экосистемные услуги России., 2016).

Существует два основных подхода к классификации экосистемных услуг – с точки зрения разграничения тех благ, которые получает общество от экосистем, что исходит из определения экосистемных услуг как таковых, и с точки зрения характеристик природных систем (экосистемных функций) и последствий чрезмерного использования этих услуг. При этом, международные классификации построены на некотором компромиссе этих двух подходов с преобладанием разграничения по видам предоставляемых экосистемами благ.

Так, например, в классификации «Оценки экосистем на пороге тысячелетия» в группе обеспечивающих услуг объединены услуги по обеспечению продовольствием, волокнами (сырьем) и пресной водой, хотя эти блага представляют собой результат функционирования совершенно различных экосистемных процессов – производства биомассы и регулирования стока. Еще более важно то, что их использование человеком ведет к совершенно разным воздействиям на экосистемы. Кроме того, согласно этой классификации, в группу обеспечивающих услуг попали и генетические ресурсы, хотя их использование связано не с изъятием биомассы из природных экосистем, а с поиском и использованием информации, которая в ней хранится.

Что касается отечественных классификаций экосистемных услуг, наиболее подробная работа в этом направлении была проведена в рамках подготовки Центром охраны дикой природы прототипа национального доклада «Экосистемные услуги России (2016). В рамках этой классификации аналогично международным выделяют такие группы услуг, как продукционные (аналогично обеспечивающим услугам), средообразующие (аналогично регулирующим услугам), информационные и рекреационные (аналогично культурным услугам).

Основные сходства и отличия всех представленных классификаций приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Классификации экосистемных услуг

Группа экосистемных услуг	Оценка экосистем на пороге тысячелетия (МЕА..., 2003)	ТЕЕВ (ТЕЕВ...,2010)	CICES v 5.1 (CICES V.5.1...,2018)	Классификация услуг наземных экосистем России (Экосистемные услуги России...,2016)
Обеспечивающие (продукционные) услуги	Продукты питания, корм для скота	Продукты питания	Биомасса (питание). Биомасса (материалы из растений, водорослей и животных для использования в сельском хозяйстве)	1) недревесная продукция леса; 2) производство корма для скота на природных пастбищах и сенокосах; 3) продукция пресноводных экосистем; 4) охотничья продукция; 5) продукция меда на природных территориях
	Пресная вода	Вода	1) Питьевая вода; 2) Непитьевая вода.	нет
	Волокна	Сырьё	Биомасса (древесные волокна и другие материалы из растений и животных для использования и обработки)	Продукция древесины
	Генетические ресурсы	Генетические ресурсы	Биомасса (генетические материалы)	Генетические и биохимические ресурсы природных видов и популяций (относятся к информационным услугам)
	Биохимические компоненты	Медицинские ресурсы	Биомасса (материалы из растений и животных для использования и обработки)	Недревесная продукция леса
	Декоративные ресурсы	Декоративные ресурсы	Биомасса (материалы из растений и животных для использования и обработки)	Недревесная продукция леса
	нет	Нет	Биомасса для получения энергии	Древесина
	нет	Нет	Механическая энергия животных	нет
Регулирующие и поддерживающие (МЕА) Регулирующие услуги (ТЕЕВ) Регулирующие и сохраняющие услуги (CICES)	Регулирование качества воздуха	Регулирование качества воздуха	Переработка потоков газов и воздуха	Очистка воздуха растительностью (поглощение загрязнений и пылеосаждение)
	Очистка воды	Очистка воды	Регулирование токсикантов экосистемами	Обеспечение качества воды наземными и пресноводными экосистемами
	Регулирование воды	Регулирование стока воды	Регулирование жидких потоков	1) Обеспечение объема стока; 2) стабилизация стока, снижение

				интенсивности и ущерба от наводнений
Нет	Смягчение экстремальных явлений	нет		1) Биогеофизическая регуляция климата (снижение силы ветра и ущерба от ураганов и штормов растительностью); 2) стабилизация стока воды, снижение интенсивности и ущерба от наводнений; 3) защита почв от эрозии.
Регулирование эрозии	Предотвращение эрозии	Регулирование потоков твердого вещества		Защита почв от эрозии
Регулирование климата	Регулирование климата	Регулирование климата и состава атмосферы		1) Биогеохимическая регуляция климата (хранение запасов углерода и регуляция потоков парниковых газов); 2) Биогеофизическая регуляция климата (снижение силы ветра и ущерба от ураганов и штормов растительностью); 3) Очистка воздуха растительностью.
Формирование почв	Поддержание плодородия почв	Формирование и состав почв		Формирование биопродуктивности почв
Опыление	Опыление	Поддержание жизненных циклов, защита местообитаний		Нет
Регулирование вредителей	Биологический контроль	Контроль вредителей и болезней		Регуляция численности живых организмов, имеющих важное экономическое значение: вредителей сельского хозяйства, вредителей леса, опылителей, инвазивных и синантропных видов
Регулирование болезней				Регуляция численности живых организмов, имеющих важное медицинское, медико-биологическое и ветеринарное значение (компоненты природных очагов заболеваний), включая мигрирующие виды
Первичная продуктивность	Нет	Нет		Нет
Нет	Поддержание жизненных циклов	Поддержание жизненных циклов, защита		Регуляция численности живых организмов, имеющих важное медицинское, медико-

		мигрирующих видов	местообитаний и генных пулов	биологическое и ветеринарное значение, включая мигрирующие виды
	Нет	Поддержание генетического разнообразия		Генетические и биохимические ресурсы природных видов и популяций (относится к информационным услугам)
Культурные услуги Информационные услуги	Духовное и религиозное значение	Духовный опыт	Духовное и символическое значение	Этическое, духовное и религиозное значение природных систем
	Эстетическое значение	Эстетическая информация	Интеллектуальные взаимодействия	Этическое, духовное и религиозное значение природных систем
	Культурное разнообразие	Значение для культуры, искусства и дизайна	Духовное и символическое значение, интеллектуальные взаимодействия	Эстетическое и познавательное значение природных систем
	Рекреация и природный туризм	Рекреация и туризм	Физические взаимодействия, опыт	Формирование природных условий для различных видов отдыха
	Знания и значение для образования	Информация для когнитивного развития	Существование, наследие	Эстетическое и познавательное значение природных систем

Следует отметить, что все эти классификации разрабатывались для целей оценки экосистемных услуг в масштабах государства. В региональных масштабах проведение оценок, руководствуясь всеми этими классификациями, не представляется возможным в связи с разной глубиной и масштабами исследования. Так, например, регулирующие услуги предоставляются в субрегиональном и иногда даже глобальном масштабе (например, реки), а обеспечивающие и культурные – могут быть идентифицированы в конкретных границах. Также существенной проблемой применения большинства классификаций в современных российских реалиях является отсутствие региональных статистических данных по многим необходимым показателям, что особенно относится к группе регулирующих услуг, однако на национальном уровне классификации, основанные на дифференциации по функциям экосистем, вполне могут быть использованы ввиду обобщенного, стратегического характера оценок.

Для региональных исследований наиболее подходящей может быть, на наш взгляд, классификация, реализованная в проекте «Оценка экосистем на пороге тысячелетия», которая позволяет дифференцировать услуги в соответствии с их определением по типу получаемых от экосистем благ. Эта классификация, в свою

очередь, позволяет идентифицировать в конкретном регионе перечень представленных в нём услуг и разделить их на группы.

1.3. Методы оценки экосистемных услуг

Следует отметить, что не каждая экосистемная услуга поддаётся прямой оценке в легко сопоставимых, например, денежных, единицах. Возможность проведения прямой оценки, как было указано выше, зависит от того, являются ли показатели, значимые для потенциала экосистемных услуг территории материальными и могут ли они выступать в качестве объектов собственности и рыночных отношений.

В настоящее время на практике в разных масштабах применяются следующие виды оценок:

- 1) прямые оценки в денежных единицах – в большинстве случаев для определения ценности обеспечивающих и регулирующих экосистемных услуг;
- 2) косвенные количественные оценки в материальных показателях и денежных единицах – например, объем депонирования углерода экосистемами;
- 3) балльные и экспертные оценки – используются в большинстве случаев в проектах оценки экосистемных услуг на территориях ООПТ. Такие оценки базируются на принципе «готовности платить», а в качестве методики исследования обычно выступают социологические опросы.

Любая оценка экосистемных услуг, согласно С.Н. Бобылеву, включает в себя четыре основных этапа (Бобылев, Захаров, 2009):

1. идентификация экосистемной услуги;
2. определение ее экономической ценности;
3. определение получателя выгод от услуги;
4. формирование механизма платежей (компенсации) за экоуслуги.

Для проведения стоимостной оценки, по мнению С.Н. Бобылева, на основе мирового и российского опыта можно выделить следующие подходы (Бобылев, Захаров, 2009):

- общей экономической ценности (стоимости);

- рентный;
- затратный;
- выявленных предпочтений.

Основные положения каждого из выделяемых подходов рассмотрены ниже.

1. Концепция общей экономической ценности (ОЭЦ) (total economic value). Согласно этой концепции, ценность экосистемных услуг может быть определена как сумма следующих слагаемых (1):

$$TEV = DV + IV + OV + EV; \quad (1)$$

где TEV – общая экономическая ценность (стоимость);

DV – прямая стоимость использования;

IV – косвенная стоимость использования;

OV – стоимость отложенной альтернативы (потенциальная ценность);

EV – стоимость существования.

Наиболее хорошо поддается прямой оценке стоимость прямого использования. Она включает те экосистемные услуги, которые осознаны обществом и непосредственно используются, то есть являются объектами товарно-денежных отношений. Так, например, для лесных экосистем стоимость прямого использования включает в себя заготовку древесины, недревесные продукты леса, выгоду от устойчивой охоты, а также непотребительскую ценность (например, наслаждение от рекреационных и культурных мероприятий, которые не предусматривают сбор продуктов).

Более сложным является определение косвенной стоимости использования. Такая стоимость создается функциями экосистемы, которые обеспечивают получение выгод зачастую за её границами – в региональном или глобальном масштабе. Косвенная стоимость использования оценивается для регулирующих экосистемных услуг, таких как услуги по естественной защите территорий от чрезвычайных ситуаций, естественному регулированию водного стока и связыванию углекислого газа экосистемами.

Еще более сложной для расчетов является стоимость отложенной альтернативы – стоимость будущего использования экосистемных благ.

Необходимость учёта этого показателя продиктована необходимостью перехода к устойчивому развитию, которое предполагает неистощительное использование природных благ, а для того, чтобы это обеспечить – необходимо знать величину ценности благ, сохраняемых для будущих поколений.

Стоимость существования связана с попыткой оценить культурное, эстетическое и познавательное значение территории и отдельных объектов. Так как эти объекты зачастую не участвуют в экономических отношениях, оценить их ценность в денежном эквиваленте объективно невозможно, поэтому для подобных оценок применяются методы построения суррогатных рынков, оценки на основе принципа «готовности платить», методы анкетирования и социологические опросы.

2. Рентный подход. В экономике природопользования рентный подход является одним из наиболее разработанных и относится, прежде всего, к оценке земельных ресурсов и полезных ископаемых. Вопросы ренты в разное время рассматривались и такими известными экономистами, как А. Смит, Д. Рикардо, К. Маркс, А. Маршалл (Лукьянчиков, 1997, с. 43).

Экономическая рента — цена или арендная плата, которая уплачивается за пользование природными благами, количество которых ограничено. Основой ренты является качество ресурса, не зависящее от труда и технологий. Однако, величина ренты зависит не только от качества, но и от редкости и уникальности ресурсов. Разный размер ренты (дифференциальная рента) возникает благодаря разному качеству ресурсов и их местоположению, поскольку ресурс лучшего качества или более удачно расположенный позволяет при прочих равных условиях получать большую экономическую выгоду. Выделяют дифференциальную ренту двух типов:

Дифференциальная рента I связана с различием в местоположении и плодородии земельных участков и, в настоящее время, активно применяется в России. Сущность различия рентных платежей для разных участков определяется тем, что более плодородные и оптимально расположенные участки могут приносить наибольшую прибыль, и, соответственно, являются более ценными.

Дифференциальная рента II определяется исходя из оценки вложений капитала в земельный участок и, прежде всего, связана с интенсификацией сельского хозяйства.

Основные сложности, возникающие при применении рентного подхода, связаны с проблемой отделения ренты от прибыли. В практике оценок экосистемных услуг, в отличие от оценок природных ресурсов, подобный подход применяется редко по причине сложностей в реализации, однако в некоторых случаях он может быть применен для прямой стоимостной оценки некоторых обеспечивающих экосистемных услуг.

3. Затратный подход. Затратный подход основан на предположении о том, что ценность экосистемных услуг, при отсутствии эквивалентов их цен может быть выражена величиной затрат, необходимых для восстановления качества услуги после антропогенного воздействия. К таким методам относят:

– метод замещающих затрат – определяется стоимость искусственного замещения экосистемных услуг. Для этого используется так называемый «теневой проект», который рассчитывается одновременно с проектным (например, в проекте строительства дамбы, который предполагает затопление лесных массивов, строится теневой проект, который предполагает расчет стоимости выращивания леса на площади, равной площади затопляемых лесов);

– метод превентивных затрат – предполагает расчет затрат на предупреждение ущерба для экосистемных услуг. Этот метод полезен для расчета косвенной стоимости использования, однако не всегда может быть применен в силу несовпадения величин затрат на предупреждение ущерба и получаемых выгод (Юрак, 2017).

– метод предотвращенного ущерба – в значительной мере похож на метод превентивных затрат, с учетом того, что оцениваются не затраты на предупреждение ущерба, а его возможный размер.

4. Выявление предпочтений. Этот подход включает в себя спектр методов условной оценки, который основан на выявлении предпочтений потребителей (общества) в отношении экосистемных услуг, которые на данный момент не

включены в рыночные отношения. В рамках этого подхода могут применяться следующие методы:

– метод субъективных предпочтений – предполагает выяснение у населения субъективной стоимости природных благ. Этот метод включает в себя проведение опросов населения, в ходе которого рекомендуется задавать вопросы о готовности платить за поддержание состояния природных благ. Однако, такая традиционная постановка вопроса не всегда эффективна, что вызвано психологическими факторами, в связи с чем многие авторы предлагают вместо этого вопроса задавать вопрос о размере компенсации, которую люди считают для себя справедливой в случае потери тех или иных природных благ (Юрак, 2017). При этом следует отметить, что надёжность результатов напрямую зависит от уровня экологического воспитания и информированности респондентов.

– метод транспортно-путевых затрат – предполагает оценку готовности населения платить за экосистемные услуги, находящиеся в определенном месте, исходя из размеров затрат, осуществляемых человеком при посещении этого места. Этот метод используется, как правило, для оценки рекреационных услуг территории исходя из количества посетителей и средних затрат на посещение, однако применение ограничивается необходимостью значительных объемов информации, которую необходимо получить для оценки.

– метод гедонистического ценообразования – предполагает оценку экосистемных благ исходя из разницы цен на рынках недвижимости и земли. Возможность применения этого метода вызвана тем, что цены на недвижимость и землю формируются исходя из совокупности факторов, которые включают в себя и экосистемные услуги (например, расположение недвижимости на берегу моря или, наоборот, в низинных районах городов, где воздух, как правило, более загрязнен) (Юрак, 2017). В свою очередь, определение веса данных факторов в цене позволяет определить ценность экосистемных услуг, связанных с аттрактивностью ландшафтов.

Каждый из рассмотренных выше подходов не является универсальным и имеет как свои достоинства, так и недостатки (Таблица 2).

Таблица 2 – Достоинства и недостатки методических подходов к оценке экосистемных услуг

Методические подходы	Достоинства	Недостатки
Общая экономическая ценность	Попытка учета всех групп экосистемных услуг. В некоторой степени сочетает другие имеющиеся подходы.	Сложность учёта экосистемных услуг, которые не участвуют в товарно-денежных отношениях. Использование косвенных оценок
Рентный подход	Учитывает редкость и ограниченность природных благ	Сложность определения ренты для регулирующих экосистемных услуг
Затратный подход	Относительная простота подхода (затраты легче оценить в денежной форме, чем выгоды)	Несопоставимость затрат с выгодами (стоимостью экосистемных услуг). В некоторых случаях – невозможность восстановления качества регулирующих экосистемных услуг, что делает невозможным его использование.
Выявление предпочтений	В условиях отсутствия рыночных цен позволяет проводить оценку	Субъективные результаты исследований, вызванные разным уровнем благосостояния и экологических знаний респондентов

Таким образом, на данный момент для комплексной оценки экосистемных услуг территории наиболее подходящим инструментарием выступает спектр методов, реализованных в рамках концепции общей экономической ценности. Учёт ценности косвенного использования, альтернативного использования и существования позволяет проводить оценку обеспечивающих, регулирующих и культурных услуг, в то время как рентный и затратный подходы – представляют собой в большей степени методы оценки природных ресурсов, нежели экосистемных услуг, и к ним, в силу их специфики, могут применяться с осторожностью и необходимыми допущениями.

Также распространенным является подход выявления предпочтений, однако остаётся под вопросом определение объективности и достоверности проведенных таким образом оценок. Для некоторых экосистемных услуг из группы культурных этот подход, на наш взгляд, может быть применен, что вызвано отсутствием альтернативных инструментов оценки.

Следует отметить, что выбор методов зависит от масштабов и способов применения оценок экосистемных услуг, что вызвано выбором необходимой степени достоверности полученных оценок.

Оценка экосистемных услуг может применяться для решения различных задач от временных и пространственных масштабов (таблица 3).

Таблица 3 – Задачи, для решения которых применяются оценки экосистемных услуг (Costanza et.al., 2014)

Задачи	Способ применения	Масштабы оценки
Повышение осведомленности и заинтересованности	Глобальные оценки, сводные показатели	От регионального до глобального
Оценка национального благосостояния	Глобальные оценки по секторам экономики, сводные показатели	Национальный
Городское и региональное землеустройство	Изменения в структуре землепользования	Региональный
Платежи за экосистемные услуги	Изменения в результате совершения платежей	От регионального до глобального

Например, оценки Р. Костанца и др. в 1997 году были направлены на повышение уровня осведомленности без определенного политического контекста (Costanza et al., 1997). Такие оценки допускают широкое применение косвенных методов и значительную степень обобщений. Для данных целей в совокупности с концепцией общей экономической ценности могут быть применены и методы выявления предпочтений населения.

Региональные оценки экосистемных услуг, в свою очередь, могут быть полезны для оценки сценариев изменений в землепользовании, а национальные сводные показатели – быть использованы для пересмотра объемов национального благосостояния. Здесь, в сочетании с концепцией общей экономической ценности могут быть применены также затратный и рентный подходы для более детальной оценки группы обеспечивающих ЭУ.

1.4. Применение оценок экосистемных услуг для долгосрочного планирования в землепользовании

Как указано выше, оценки экосистемных услуг на региональном и локальном уровнях могут применяться для целей планирования хозяйственной деятельности, в том числе землепользования.

В настоящее время существует опыт таких исследований за рубежом. В результате оценок экосистемных услуг в большинстве случаев разрабатываются варианты оптимизации структуры землепользования, перспективных видов землепользования на территории. В большинстве случаев, исследования в данном направлении сконцентрированы в западноевропейских странах и особенно активно развиваются в Германии и Испании.

При этом, спектр применения данного подхода достаточно широк. Так, в исследовании О. Bastian с соавт., рассматривается применение оценок экосистемных услуг для моделирования сценариев озеленения городов с точки зрения изменения рекреационного потенциала территории и объема регулирующих услуг экосистем (регулирование климата и качества воздуха растительностью) (Bastian et al., 2012).

В статье L. Koschke с соавт., с использованием балльных оценок экосистемных услуг проведено сравнение трех стратегий возможных изменений системы землепользования в Саксонии (Германия) – внедрение цикла короткого севооборота, развитие агролесоводства и лесовосстановления с точки зрения изменения ценности экосистемных услуг (Koschke et al., 2012). При этом, для оценки был применен так называемый «многокритериальный» подход – для каждой идентифицированной экосистемной услуги были присвоены весовые критерии, оцениваемые в баллах, сумма которых в дальнейшем была стандартизирована в диапазоне значений 0-100%.

Также вызывает интерес исследование С. Albert с соавт., в рамках которого была проведена оценка экосистемных услуг плодородия почв, регулирования климата, аттрактивности ландшафтов и обеспечения биоразнообразия для

Северной Германии. Индикаторы, использованные для оценки экосистемных услуг в данном случае выступают в качестве критериев состояния окружающей среды и используются для прогнозирования (Albert et al., 2016).

В исследовании V. Garsia-Diaz с соавт. проведено картографирование рекреационных экосистемных услуг в районе Мадрида. Исследование проводилось с использованием данных анкетирования, а его результаты учтены в ландшафтном планировании для того, чтобы сохранить в неизменном виде те территории, которые жители предпочитают использовать для рекреации (García-Díez et al., 2020).

Также заслуживают внимания и комплексные оценки экосистемных услуг, проводимые испанскими исследователями. Так, в статье С. Vassou с соавт., была проведена комплексная монетарная оценка экосистемных услуг в пригороде Барселоны, на ее основе разработаны сценарии изменения структуры землепользования территории с целью увеличения потенциала экосистемных услуг при условии сохранения биоразнообразия. Исследование включало в себя оценку услуг по обеспечению плодородия почв, регулирования климата, аттрактивности ландшафтов и сохранения биоразнообразия (Vassou et al., 2020).

Кроме того, в настоящее время проводятся исследования, направленные на внедрение ценности экосистемных услуг процесс управления землепользованием в Европе в рамках Общей сельскохозяйственной политики (CAP) (Simoncini et al., 2019). На данный момент проект находится на экспериментальной стадии внедрения.

Особенности современных оценок экосистемных услуг с целью планирования изменений в землепользовании, прежде всего, заключаются в том, что:

- 1) исследования в данном направлении активно проводятся в странах западной Европы, особенно развито направление в Германии и Испании;

- 2) в рамках комплексных оценок экосистемных услуг с целью совершенствования структуры землепользования проводят оценку не всех существующих на территории экосистемных услуг, а лишь тех, которые

определяют хозяйственную деятельность на территории и являются наиболее ценными. В качестве основных экосистемных услуг в современных исследованиях европейских коллективов фигурируют услуги по обеспечению плодородия почв, регулированию климата, поддержанию биоразнообразия и аттрактивность ландшафтов;

3) при проведении оценок принимается во внимание не весь потенциал экосистемных услуг территории, а только тот объем их использования, при котором не нарушается устойчивость экосистем;

4) необходимые данные не всегда могут быть доступны, поэтому зачастую для проведения оценок необходимо проводить полевые и социологические исследования.

При этом, существующие подходы не всегда учитывают обратные связи, которые возникают при изменении структуры землепользования. Одним из способов учета данного обстоятельства выступает применение экспертных оценок (Koschke et al., 2012).

Тем не менее, существующий мировой опыт показывает, что, при имеющихся ограничениях и допущениях, монетарные оценки экосистемных услуг в сочетании с экспертными оценками могут быть эффективно применены для выбора наиболее рационального варианта структуры землепользования на основе сравнения ценности экосистемных услуг ландшафтов при разных сценариях (Bastian et al., 2012; Müller et al., 2010; Simoncini et al., 2019).

Такой инструментарий также разрабатывается для сельскохозяйственных территорий. Компромиссам между сельским хозяйством, экосистемными услугами и биоразнообразием и достижению многофункциональности в масштабах ландшафта посвящено исследование А. Holt с соавт. (Holt et al., 2016). Также развиваются исследования взаимосвязей ценности экосистемных услуг животноводства, растениеводства, депонирования углерода и прироста древесины во Франции (Accatino et al., 2019). Исследования возможности и способов достижения компромиссов между эффективностью сельского хозяйства и устойчивостью экосистемных услуг также проводятся в Китае (Zhang et al., 2022).

Применяя существующий опыт к оценкам экосистемных услуг с целью совершенствования структуры землепользования сельскохозяйственного района следует отметить, что такие оценки могут быть эффективны, так как сельское и лесное хозяйство – природозависимые отрасли.

Проводить такие оценки, на наш взгляд, необходимо с учетом:

- 1) физико-географических особенностей территории;
- 2) структуры земельных угодий;
- 3) показателей продуктивности пахотных, кормовых и лесных угодий;
- 4) особенностей местного хозяйства и инфраструктуры.

Это, на наш взгляд, позволит с максимально возможной объективностью определить ценность экосистемных услуг, которая создается при взаимодействии природного, социального и инфраструктурного капитала.

Так как в России на данный момент такие исследования недостаточно широко распространены, для внедрения результатов проводимых оценок в практику принятия решений необходима разработка инструментария, который должен отвечать следующим условиям:

- 1) подходить для использования на других территориях;
- 2) использовать доступные данные;
- 3) отражать потенциал экосистемных услуг в понятных и сопоставимых единицах.

Таким образом, в настоящее время оценки экосистемных услуг проводятся во многих странах мира и служат инструментом для решения различных задач, от привлечения внимания общественности к проблемам охраны окружающей среды до разработки стратегических планов развития хозяйственной деятельности в различных территориальных масштабах.

Существующий опыт сделать вывод о том, что, при имеющихся ограничениях и допущениях, оценки экосистемных услуг могут быть применены для выбора наиболее рационального варианта структуры землепользования на основе сравнения ценности экосистемных услуг ландшафтов при разных сценариях.

ГЛАВА 2. ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРИРОДНОГО КАПИТАЛА ЗАРИНСКОГО РАЙОНА АЛТАЙСКОГО КРАЯ

2.1 Физико-географические особенности территории

В качестве ключевого района для проведения исследования был выбран Заринский район Алтайского края, расположенный на стыке Западно-Сибирской равнинной и Алтае-Саянской горной стран.

Ландшафты Заринского района, в соответствии с районированием, предложенным В.И. Винокуровым, принадлежат к трём ландшафтными провинциям: лесостепным Верхнеобской и Предсалаирской (Западно-Сибирская равнинная страна) и предгорной Салаирской (Алтае-Саянская горная страна), что определяет разнообразие природных условий на территории. Разнообразие природных условий, в свою очередь, определяет дифференциацию структуры землепользования и, соответственно, влияет на значения ценности различных экосистемных услуг, оказываемых ландшафтами разных ландшафтных провинций, что обеспечивает репрезентативность получаемых результатов.

Выбор административных границ в качестве рамок исследования обусловлен тем, что управление землепользованием организовано в административных границах и такие рамки позволяют использовать результаты для принятия управленческих решений.

Природный капитал территории и структура землепользования во многом обусловлены ее физико-географическими особенностями.

В основе географических исследований в Алтайском крае лежат итоги работ экспедиций Российской Академии наук, Алтайской межевой экспедиции, АН СССР, Московского университета, Алтайского государственного университета, Русского географического общества (РГО), Томского университета и других учреждений. Деятельность данных экспедиций была продиктована, прежде всего, необходимостью индустриального развития страны и отсутствием необходимых для этого данных о территории, а также освоением целинных и залежных земель,

потребностью в преодолении негативных последствий природопользования и освоении рекреационных ресурсов края.

Среди исследователей-географов, посвятивших свои труды изучению Алтайского края, много известных ученых, в том числе В.Н. Татищев, И.Г. Гмелин, Г.Ф. Миллер, П.С. Паллас, И.П. Фальк, К.Ф. Ледебур, П.И. Шангин, Ф.И. Геблер, Г.И. Спасский. С Алтаем также связаны и имена А. Гумбольдта, П.А. Чихачева, П.П. Семенова Тянь-Шанского, Н.Н. Баранского, И.П. Герасимова, В.В. Сапожникова, П.Н. Крылова (География Сибири., 2015).

Важным этапом изучения территории края выступило издание двухтомника Атласа Алтайского края (1978, 1980). В этом направлении была проведена колоссальная работа по объединению усилий научных коллективов Москвы, Санкт-Петербурга, Томска, Новосибирска, Иркутска, Барнаула, Горно-Алтайска. При этом, составленный в данный период Атлас и в настоящее время не потерял своего значения.

В настоящее время в крае осуществляются исследования в области ландшафтоведения (Винокуров Ю.И., Цимбалей Ю.М., Черных Д.В.); изучения растительного (Ревякина Н.В., Силантьева М.М., Золотов Д.В.) и животного мира (Бондарев А.Я., Гармс О.Я.); географии почв (научная школа Л.М. Бурлаковой, АГАУ), лесных (научная школа Е.Г. Парамонова) и водных (Винокуров Ю.И., Ревякин В.С., Галахов В.П. и их последователи) ресурсов; исследование климата и прогноз климатических изменений (Харламова Н.Ф.); изучение зон особой экологической значимости – переходных зон (Барышников Г.Я.) и ООПТ (Куприянов А.Н., Ротанова И.Н.).

В области общественной географии и геоэкологии в крае проводятся исследования, направленные на обоснование выбора путей устойчивого развития и аграрного природопользования (Винокуров Ю.И., Красноярова Б.А.); развития туризма (Дунец А.Н., Ревякин В.С., Харламов С.В.), экологического и паратуризма (Андреева И.В.); формирования экологического каркаса территории (Стоящева Н.В.). Важное место в современных исследованиях занимают оценки

демографических (Быков Н.И., Еремин А.А.), медико-экологических и медико-социальных (Хлебович И.А., Оберт А.С.) проблем.

Территория Заринского района расположена в северо-восточной части Алтайского края в пределах двух физико-географических стран – Западно-Сибирской и Алтае-Саянской, которая также именуется Алтае-Хангае-Саянской (Черных, Золотов, 2011). Район находится на территории трех ландшафтных провинций (Рисунок 4).

Условные обозначения

- Населенные пункты
- Верхнеобская провинция
- Предсалаирская провинция
- Салаирская провинция



Рисунок 4. Ландшафтные провинции в границах Заринского района Алтайского края (по данным Винокурова и др., 2016)

В качестве ландшафтной основы исследования использована ландшафтная карта Алтайского края масштаба 1:500000, составленная в ИВЭП СО РАН (Винокуров и др., 2016).

Верхнеобская лесостепная провинция расположена в пределах среднелесостепной Бийско-Чумышской возвышенности (География Сибири., 2015). Ландшафты провинции относятся к Чумышскому району Севернолесостепной подпровинции и характеризуются холмисто-увалистыми поверхностями со злаково-разнотравными луговыми степями и остепненными лугами в сочетании с березовыми и осиново-березовыми остепненными лесами и

колками, расчлененными долинами притоков р. Чумыш, с ровными плоскими днищами, занятыми остепненными и настоящими лугами и ковыльными степями по склонам.

Предсалаирская провинция – также лесостепная, ландшафты представлены холмисто-увалистыми расчлененными поверхностями с бобово-разнотравно-злаковыми остепненными лугами в сочетании с березово-осиновыми высокотравными лесами.

Салаирская провинция относится к Алтае-Саянской горной области и имеет низкогорный рельеф. В ее пределах доминируют чернево-таежные ландшафты, представленные пологоувалистыми слаборасчлененными поверхностями с осиново-пихтовыми высокотравными закустаренными лесами (География Сибири..., 2015).

Особенности рельефа территории непосредственно влияют на спектр перспективных видов природопользования, в частности, определяют низкую степень устойчивости к эрозии почв на территории района и развитие овражной сети.

Климатические условия территории определяют возможности для ведения сельского хозяйства, а также создают условия для рекреационного природопользования.

Климат района – умеренно-континентальный, средняя температура воздуха в январе - $-17,7^{\circ}\text{C}$, в июле – $19,2^{\circ}\text{C}$. Среднее годовое количество осадков – 450 мм, максимальное количество осадков в районе отмечается в июле, минимальное – в феврале-марте (Кобышева, Пивоварова, 1993).

Зима в Заринском районе длится с ноября по март. Первый период зимы (ноябрь – первая половина декабря) характеризуется неустойчивой погодой, частыми снегопадами и метелями. Основной период зимы, протекающий со второй половины декабря по первую половину февраля, характеризуется морозной антициклональной погодой. Третий период зимы в районе длится со второй половины февраля до конца марта и отличается неустойчивой погодой, связанной

с попеременным преобладанием арктических и тропических воздушных масс (Энциклопедия Алтайского края., 1995).

Весной неоднородность прогрева территории вызывает меридиональный перенос воздушных масс. В апреле возрастает число циклонов с юго-запада, которые вызывают усиление скорости ветра, повышение температуры воздуха и первые грозы. Вторжение циклонов с северо-запада вызывает поздние весенние заморозки и снегопады. В летний период перепады температур воздушных масс сглаживаются по причине уменьшения широтных различий радиационного баланса. Осень на территории района характеризуется чередованием противоположных воздушных потоков – северных и южных, которые вызывают частые смены погоды – от ненастной дождливой до сравнительно тёплой и сухой. Однако, несмотря на чередование циклональной и антициклональной погоды, в целом в течение года преобладает антициклональная циркуляция воздушных масс.

Суммы активных температур воздуха выше 10°C ($\sum_{t>10^{\circ}\text{C}}$) на территории района изменяются от 1600°C в Салаирской провинции до 1800°C на территории Верхнеобской и Предсалаирской ландшафтных провинций. По мере увеличения высоты местности в горах суммы температур уменьшаются в среднем на $80\text{--}100^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ (Харламова, 2006).

Район имеет разветвленную речную сеть, относящуюся к бассейну Верхней Оби и представленную р. Чумыш и её притоками – Аламбай, Тогул, Боровлянка, Уда и др.

Почвенный покров территории, с точки зрения формирования природного капитала, выполняет важнейшую функцию плодородия, которое позволяет в зависимости от продуктивности сельскохозяйственных культур использовать обеспечивающие экосистемные услуги по обеспечению продовольствием.

В западной части района, приуроченной к Верхнеобской ландшафтной провинции, в луговых степях и остепненных лугах преобладают черноземы выщелоченные и оподзоленные, в березово-осиновых лесах и колках – серые и темно-серые лесные почвы. В центральной части района, расположенной в пределах Предсалаирской провинции, повсеместно распространены серые и темно-

серые лесные почвы, на разнотравно-злаковых остепненных лугах – черноземы выщелоченные. В восточной части района, в границах Салаирской провинции, территория практически полностью занята осиново-пихтовыми лесами на горно-лесных глубокоподзоленных почвах.

Таким образом, условия рельефа и почвенный покров в районе в пределах Верхнеобской и Предсалаирской ландшафтных провинций обеспечивает условия для выращивания различных сельскохозяйственных культур.

Растительный покров играет важнейшую роль в предоставлении ландшафтами обеспечивающих и регулирующих экосистемных услуг, что связано как с использованием биомассы растений, так и с участием растительного покрова в обеспечении глобальных круговоротов веществ и естественном регулировании климата.

Леса занимают более 60% территории района и принадлежат к трем лесничествам – Озерскому, Тогульскому и Тягунскому. При этом, распределение лесов по территории неравномерно – восточная часть района, приуроченная к Салаирской провинции, занята лесами на 95%, в то время как лесистость центральной (Предсалаирская провинция) и западной (Верхнеобская провинция) частей района составляет 32,8% и 32,1% соответственно.

Основные лесообразующие породы в западной части района – сосна, в центральной и восточной частях района – осина, повсеместно встречается береза.

Травяной покров территории, как правило, мезофильный и представлен разнотравно-злаковыми и бобово-разнотравно-злаковыми сообществами – распространены люцерна, тысячелистник, подмаренник, мятлик, солодка уральская, девясил высокий, володушка золотистая, звербой, душица обыкновенная и др.

В районе широко представлены различные виды пищевых растений: рябина, калина, малина, черемуха, клубника полевая, земляника лесная, костяника, паслен, орляк, черемша (колба), а также различные виды съедобных грибов.

Животный мир играет важную роль в обеспечении биоразнообразия и формировании на территории потенциала регулирующих и обеспечивающих экосистемных услуг.

Наиболее разнообразна фауна предгорной части района, где обитают бурндук, белка алтайская, заяц-беляк, колонок, горностай, ласка, медведь, рысь, волк, лось; по рекам – бобр, норка американская и выдра (География Сибири..., 2015). Также встречаются косуля, лисица-корсак, зайцы беляк и русак, большой тушканчик, большой суслик и степной хорь. Для лесостепных районов характерны барсук, зайцы беляк и русак, колонок, лисица, лось, рысь, волк, по рекам – бобр и норка, небольшими группами вне сплошных лесов встречается косуля. Почти все пригодные для обитания водоемы заселены акклиматизированной ондатрой. В долинах рек обитает реакклиматизированный речной бобр. Птицы, наиболее часто встречающиеся в лесной зоне – сова, филин, ястреб, кедровки и сойки, клесты, утки-кряквы, серые гуси, чайки и др.

На территории района существует два охотничьих хозяйства – Заринская РОООиР и ООО «Тайга». Схема территории охотничьих угодий представлена на рисунке (рисунок 5).

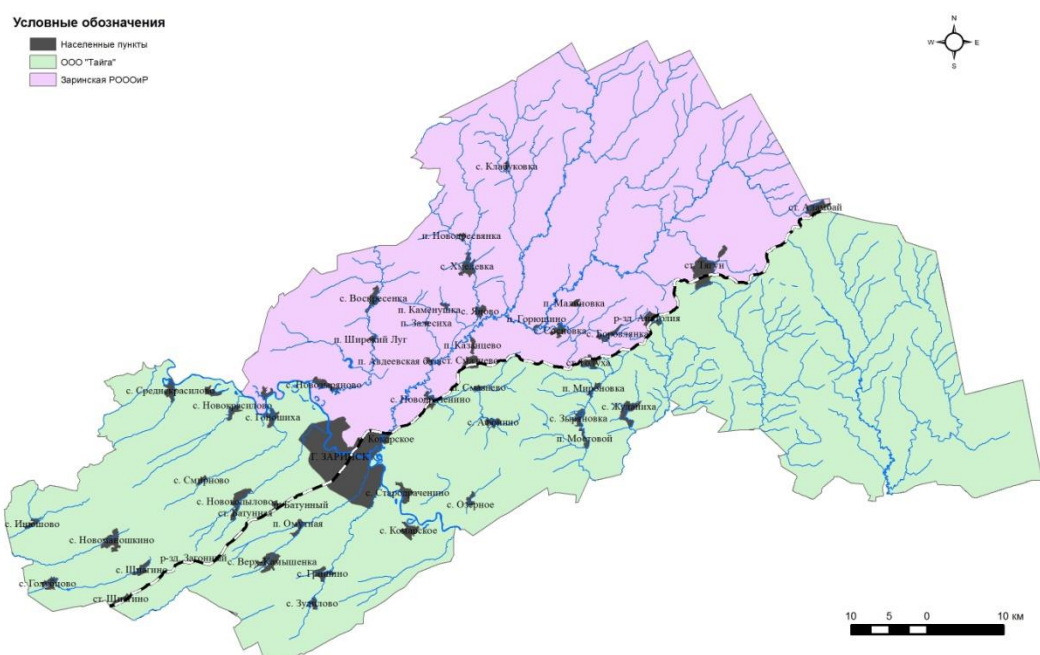


Рисунок 5 – Схема расположения охотничьих угодий Заринского района

По данным зимнего маршрутного учета охотничьих животных в Алтайском крае в 2021 году, а также других учетных мероприятий, отмечена следующая численность популяций охотничьих животных на территории района (таблица 4).

Таблица 4 – Численность основных видов охотничьих животных территории Заринского района в 2021 году, особей

Белка	332
Волк	12
Заяц беляк	5563
Заяц русак	85
Колонок	103
Косуля сибирская	668
Куница	21
Лисица	443
Лось	900
Олень благородный	72
Росомаха	7
Рысь	39
Рябчик	30389
Тетерев	17276
Медведь	176
Барсук	2475
Сурок	2302
Утки	21115

В районе развита охота, на территории существует два охотничьих хозяйства.

В водоёмах района обитает 19 видов рыб, наиболее распространено семейство карповых – 14 видов, два вида окуневых, по два вида – семейств вьюновых и подкаменчиковых, один вид щуковых (География Сибири..., 2015). Основу рыбного промысла составляют щука, плотва, лещ, судак, окунь, ерш, зеркальный карп, серебряный карась, линь и сазан.

В совокупности, физико-географические особенности района создают условия для формирования потенциала обеспечивающих, регулирующих и культурных экосистемных услуг. В частности, равнинный рельеф большей части территории края вкупе с наличием водных артерий, достаточной суммой активных температур воздуха определяют сельскохозяйственную специализацию западной и центральной частей района.

В восточной части района существуют условия, подходящие для развития лесного хозяйства, таежные ландшафты в совокупности с распространённостью

пищевых ресурсов леса и охотничьих животных создают условия для рекреации и туризма.

2.2. Анализ хозяйственной деятельности в природозависимых отраслях

Обеспечивающие и регулирующие экосистемные услуги, обусловленные физико-географическими особенностями района, создают в регионе благоприятные условия для развития отраслей, тесно связанных с природой. В соответствии с классификацией, предложенной Т.Г. Руновой с соавторами (Рунова, Волкова, Нефёдова, 1993) к таким отраслям относят природно-ресурсные отрасли и отрасли ландшафтопользования. В Заринском районе в настоящий момент развитие получили сельское и лесное хозяйство, рекреация и туризм, а также природоохранная деятельность, направленная на сохранение биоразнообразия.

По данным Алтайкрайстата, население района по состоянию на 1 января 2021 года составляет 62042 человека, из которых 73,18% – городское население (г. Заринск).

Основу хозяйственной деятельности района составляют предприятия обрабатывающего производства, строительной отрасли, сельского и лесного хозяйства:

ООО «Алтай-Кокс» – коксохимический завод (г. Заринск);

ООО «Голухинский цемент» – цементный завод (ст. Голуха);

ООО «Холод» – производство более 80 видов цельномолочной продукции и продукции растениеводства под торговой маркой «Белый Замок» (г. Заринск);

ООО «Заринский мясоперерабатывающий комбинат» – производство продукции животноводства (г. Заринск);

ООО «Алтай» – производство продукции растениеводства (с. Гришино);

ООО «Правый берег» – производство животноводческой продукции (с. Новодраченино);

СПК «Нива» – производство продукции животноводства (с. Зыряновка);

СПК «Колос» – производство продукции растениеводства (с. Жуланиха);

СПК им. Фрунзе – производство продукции растениеводства (с. Сосновка);
 ЗАО «Заря» – производство продукции растениеводства (с. Гоношиха);
 ООО «НиКОС» – лесозаготовки, переработка древесины, производство пиломатериалов (ст. Тягун);

ООО «Алтайлес-промторг» – лесозаготовки, переработка древесины (ст. Тягун).

В соответствии с природно-экономическим сельскохозяйственным районированием, разработанным Госэкономсоветом СССР в 1962 г., Заринский район относится к Присалаирской зоне (рисунок 6).

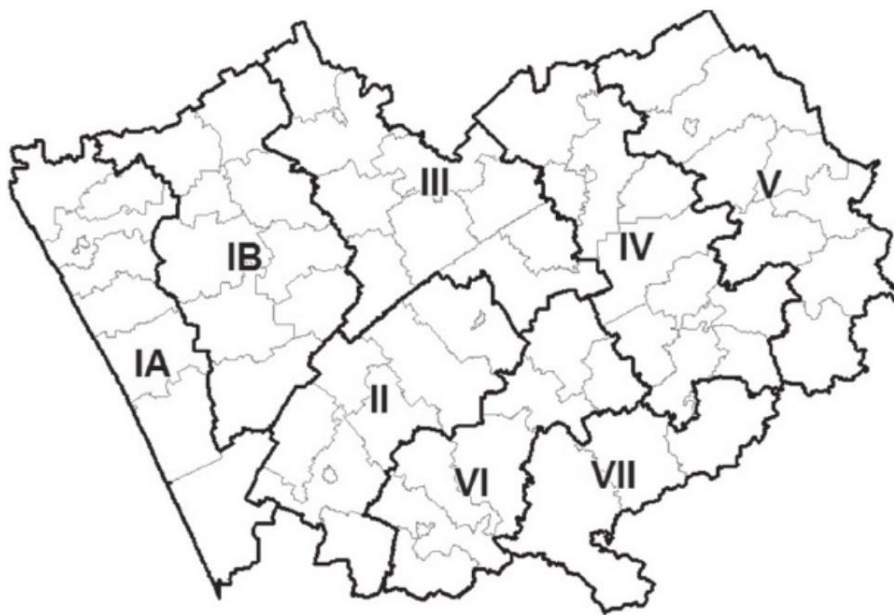


Рисунок 6. Природно-экономические сельскохозяйственные зоны Алтайского края (Глотко, 2005) (IA – Западно-Кулундинская сухостепная; IB – Восточно-Кулундинская засушливая степная; II – Приалейская; III – Приобская; IV – Бийско-Чумышская; V – Присалаирская; VI – Приалтайская; VII – Алтайская)

В Присалаирской зоне, в соответствии с данным районированием, выращивали фуражное зерно, в ряде районов возделывается лён. Животноводство было представлено мясо-молочным скотоводством и свиноводством.

Однако, следует отметить, что районирование несколько устарело в связи с прекращением многих производственных связей в 1990-х годах и в настоящее время указанная специализация районов весьма условна.

Согласно данным Алтайкрайстата, посевные площади сельскохозяйственных культур района по состоянию на 2020 год распределяются следующим образом (рисунок 7).

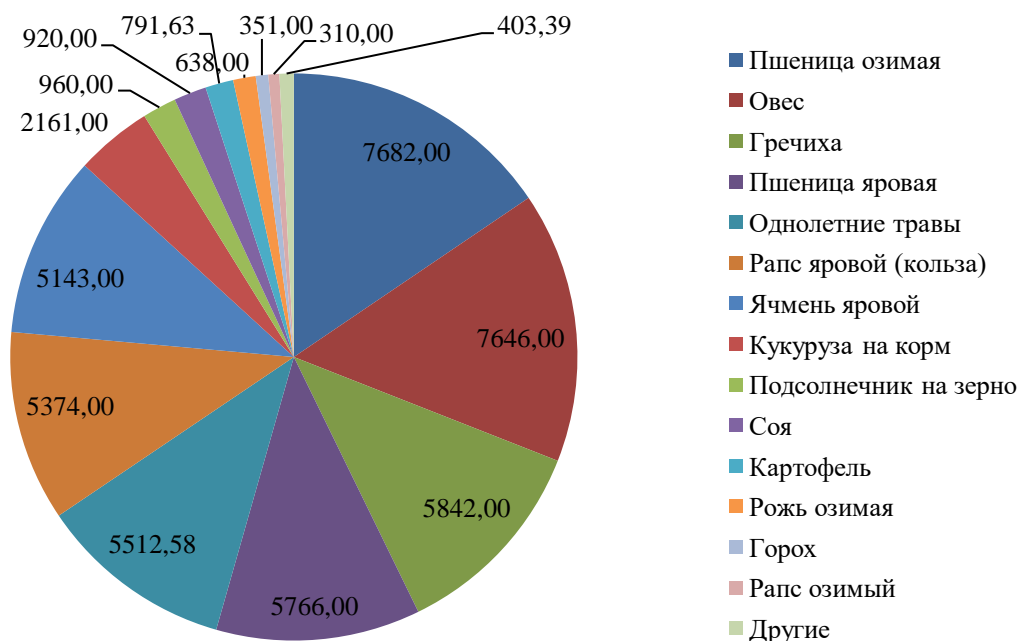


Рисунок 7 – Посевные площади сельскохозяйственных культур в Заринском районе, га (Алтайкрайстат, 2021)

Наибольшие в районе посевные площади заняты восемью культурами: пшеница озимая (15,52%), овёс (15,45%), гречиха (11,8%), пшеница яровая (11,65%), однолетние травы (11,14%), рапс яровой (10,86%), ячмень яровой (10,39%), кукуруза на корм (4,37%). Совокупно данные культуры занимают более 91% всей посевной площади района, их выбор, прежде всего, обусловлен агроклиматическими особенностями территории района – невысокая сумма активных температур воздуха и весенние заморозки обуславливают то, что на территории района выгодно выращивание значительных площадей кормовых культур (так, например, кукуруза на зерно в районе не вызревает, по этой причине ее выращивают на корм).

Динамика урожайности данных культур в районе по данным Алтайкрайстата представлена на рисунке (рисунок 8).

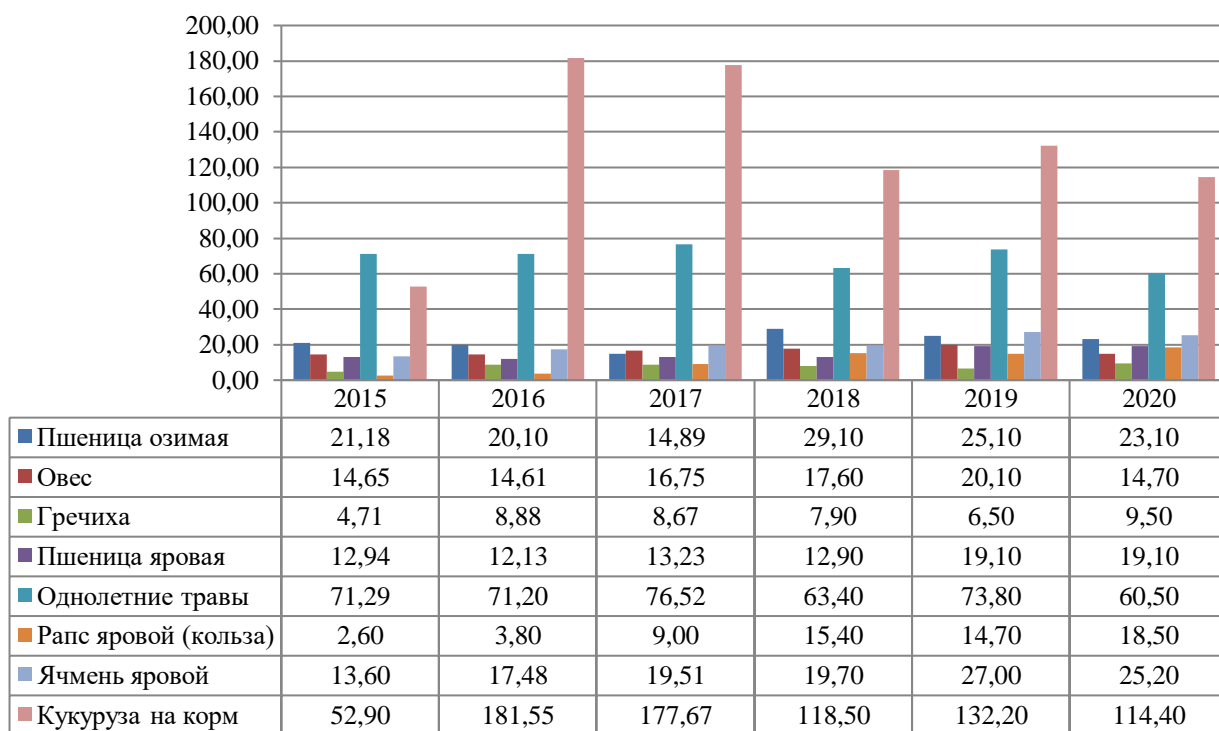


Рисунок 8 – Динамика урожайности основных сельскохозяйственных культур Заринского района за 2015-2020 гг., ц/га убранный площади (Алтайкрайстат, 2021)

Наиболее урожайными в районе закономерно являются культуры, для которых происходит сбор всей зеленой массы – однолетние травы и кукуруза на корм. Урожайность озимой пшеницы колеблется в пределах 14,89-25,10 ц/га, яровой пшеницы – 12,13-19,10 ц/га, овса – 14,61-20,10 ц/га, гречихи – 4,71-9,5 ц/га, ячменя – 13,60-27 ц/га. Значительно колеблется урожайность рапса ярового – 2,60-18,50 ц/га.

Таким образом, урожайность основных сельскохозяйственных культур в районе непостоянна и зависит, прежде всего, от погодных условий в конкретном сезоне. Однако, в целом, с 2015 года урожайность большинства зерновых в районе незначительно увеличилась, из чего можно сделать вывод об относительной устойчивости растениеводства на территории.

Урожайность и посевные площади обуславливают объемы производства продукции растениеводства - в районе (рисунок 9).

Рисунок 10 – Динамика поголовья скота в хозяйствах всех категорий Заринского района за 2015-2020 гг., голов (единиц) (Алтайкрайстат, 2021)

Основу животноводства района составляет птицеводство, однако, следует отметить, что за последние 6 лет поголовье птицы в районе значительно снизилось, в первую очередь – за счет его сокращения в личных подсобных хозяйствах граждан, что жители объясняют подорожанием кормового зерна.

Основу промышленного животноводства в районе составляют молочно-мясное скотоводство и свиноводство, в районе существует значительное и стабильное поголовье коров и свиней. Также в меньших объемах осуществляется разведение овец, коз и лошадей, активно развиваются пасеки в фермерских хозяйствах.

Данные об объеме производства животноводческой продукции представлены на рисунке (рисунок 11).

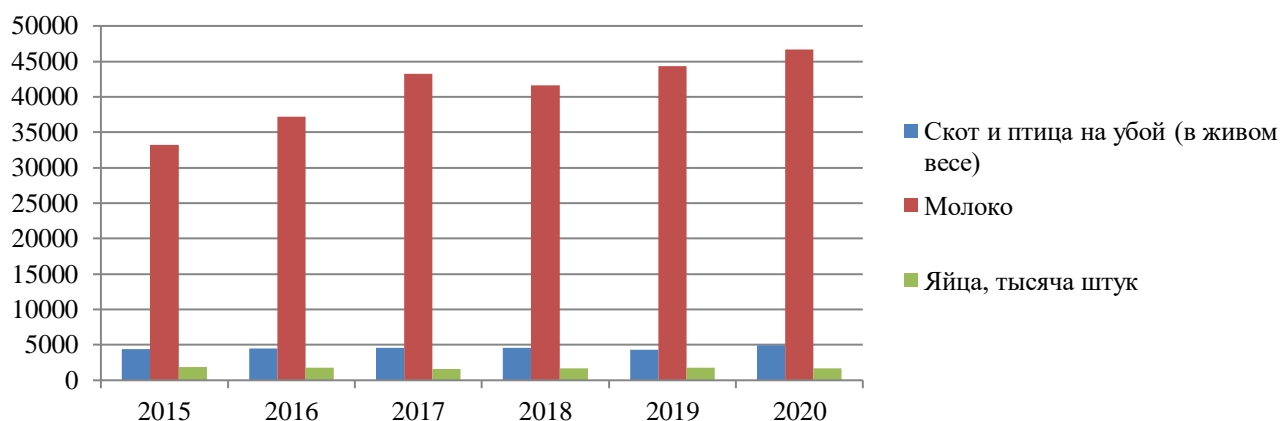


Рисунок 11 – Динамика производства продукции животноводства в хозяйствах всех категорий Заринского района за 2015-2020 гг., тонн (Алтайкрайстат, 2021)

Основная продукция животноводства в районе – молоко, подавляющие объемы которого перерабатываются на ООО «Холод» для производства молочной продукции – творога, кисломолочных продуктов и сыров, мясо – свинина, курица и говядина, перерабатывающееся на Заринском мясоперерабатывающем комбинате, а также куриное яйцо.

Кроме вышеуказанной продукции, в районе ежегодно производится 5-6 т овечьей шерсти и 85-100 т меда.

Таким образом, Заринский район обладает развитым сельскохозяйственным производством полного цикла, от производства сельскохозяйственной продукции до ее переработки и сбыта. Сельское хозяйство осуществляется на территориях, приуроченных к Верхнеобской и Предсалаирской лесостепных ландшафтных провинций.

Леса района относятся к территории трёх лесничеств (таблица 5).

Таблица 5 – Данные о площади, составе насаждений и среднем ежегодном приросте древесины лесов Заринского района

Лесничества	Площадь лесов, га	Средний прирост по запасу на 1 га покрытых лесной растительностью земель, м ³ /год (Лесной план., 2019)	Состав насаждений
Озерское	1952,11	3	7С2Б1Ос (70% – сосна, 20% – берёза, 10% – осина)
Тогульское	46434,58	2,7	7Ос1Б2П (70% – осина, 10% – береза, 20% – пихта)
Тягунское	265173,73	2,8	5Ос3Б2П (50% – осина, 30% – береза, 20% – пихта)

По площади в районе преобладают осиново-березовые леса с примесью пихты. Большая часть территории района относится к Тягунскому лесничеству, Озерское лесничество занимает небольшую территорию в западной части, Тогульское – в юго-восточной части района.

На данный момент, в соответствии со сведениями об использовании земельных участков Управления лесами Минприроды Алтайского края, вся древесина, заготавливаемая и обрабатываемая в Заринском районе, заготавливается в Тягунском лесничестве. Основной центр производства – ст. Тягун.

Объемы заготовки древесины в лесничестве невозможно представить в виде ежегодной динамики в связи с отсутствием объективных статистических данных. В связи с этим, для оценки объемов заготовки древесины были использованы данные:

- Лесохозяйственного регламента Тягунского лесничества Алтайского края (с изменениями от 13.08.2020);
- Лесного плана Алтайского края (с изменениями от 05.11.2020).

По данным Лесохозяйственного регламента в Тягунском лесничестве предусмотрена следующая расчетная лесосека (таблица 6).

Таблица 6 – Расчетная лесосека (ежегодный допустимый объем изъятия древесины) в Тягунском лесничестве Заринского района, тыс. м³

Виды использования	Расчетная лесосека, тыс. м ³	в том числе деловой древесины, тыс.м ³
Сплошные рубки спелых и перестойных насаждений (эксплуатационные леса)		
Хвойные		
Пихта	49,83	31,11
Мягколиственные		
Осина	316,85	87,5
Берёза	12,7	6,8
Итого (мягколиственные)	329,55	94,3
Выборочные рубки спелых и перестойных насаждений (эксплуатационные леса)		
Хвойные	4,53	3,14
Мягколиственные	3,95	1,3
Выборочные рубки спелых и перестойных насаждений (лесостепные защитные леса)		
Мягколиственные	40	13,2
Выборочные рубки спелых и перестойных насаждений (нерестоохраняемые лесополосы)		
Хвойные	0,4	0
Мягколиственные	10,6	3,8
Выборочные рубки спелых и перестойных насаждений (лесополосы вдоль железных и автомобильных дорог)		
Хвойные	0,06	0,04
Выборочные рубки спелых и перестойных насаждений (запретные лесополосы вдоль водных объектов)		
Хвойные	0,56	0,44
Мягколиственные	5,63	2,77
Рубки ухода		
Хвойные	1,81	0,91
Мягколиственные	0,27	0,1
Итого		
Хвойные	57,19	35,64
Мягколиственные	390	115,47

Основные добываемые в районе породы древесины – пихта и осина.

Однако, следует отметить, что расчетная лесосека в районе осваивается не в полном объеме. По данным Лесного плана Алтайского края, за период действия предыдущего лесного плана (2008-2017-гг.), отмечены следующие показатели освоения расчетной лесосеки в Тягунском лесничестве:

– Сплошные и выборочные рубки спелых и перестойных насаждений – 30,44%;

– Рубки ухода – 47,8%.

Таким образом, исходя из имеющихся данных, можно предположить следующие фактические ежегодные объемы заготовки древесины в районе (таблица 7).

Таблица 7 – Фактические ежегодные объемы заготовки древесины в Заринском районе, тыс.м³

Виды использования	Объем заготовки древесины, тыс. м ³	В том числе деловой древесины, тыс. м ³
Сплошные рубки (эксплуатационные леса)		
Хвойные		
Пихта	15,17	9,47
Мягколиственные		
Осина	96,45	26,64
Берёза	3,87	2,07
Итого (мягколиственные)	100,32	28,70
Выборочные рубки (эксплуатационные леса)		
Хвойные		
Хвойные	1,38	0,96
Мягколиственные		
Мягколиственные	1,20	0,40
Выборочные рубки (лесостепные защитные леса)		
Мягколиственные		
Мягколиственные	12,18	4,02
Выборочные рубки (нересторощенные лесополосы)		
Хвойные		
Хвойные	0,12	0,00
Мягколиственные		
Мягколиственные	3,23	1,16
Выборочные рубки (лесополосы вдоль железных и автомобильных дорог)		
Хвойные		
Хвойные	0,02	0,01
Выборочные рубки (запретные лесополосы вдоль водных объектов)		
Хвойные		
Хвойные	0,17	0,13
Мягколиственные		
Мягколиственные	1,71	0,84
Рубки ухода		
Хвойные		
Хвойные	0,87	0,43
Мягколиственные		
Мягколиственные	0,13	0,05
Итого		
Хвойные		
Хвойные	17,72	11,01
Мягколиственные		
Мягколиственные	118,76	35,17

Несмотря на то, что существует значительный потенциал расширения объемов лесозаготовок на спелых и перестойных насаждениях в районе, следует отметить, что лесное хозяйство на территории является развитой отраслью и представлено производственным циклом, включающим в себя лесозаготовку и

переработку древесины. Так, на ст. Тягун функционирует два крупных лесоперерабатывающих комплекса, по данным Лесного плана Алтайского края, древесина экспортируется из района более чем на 90% в виде пиломатериалов.

Туризм и рекреация активно развиваются в восточной части района приуроченной к территории Салаирской ландшафтной провинции, практически полностью занятой лесами.

По данным туристического паспорта района, основной туристический центр – ст. Тягун, где расположен горнолыжный комплекс «Berloga». Комплекс включает в себя два гостевых дома, баню, кафе, 15 горнолыжных трасс с подъемниками. В тёплый период года туристам предлагается рыбалка, сбор ягод, грибов, трав.

Популярным местом для пешего туризма для жителей края является ст. Тогулёнок, где проложено несколько туристических маршрутов, а также существует изба для ночевки туристов.

Также в районе с. Голубцово развит туризм в целях занятия пара- и дельтапланеризмом на объекте «Голубцовские холмы», который привлекает поклонников экстремального спорта из других районов и соседних регионов. Туристы размещаются в гостевом доме «Куб» в с. Голубцово.

В целом, динамика выручки рассмотренных туристических объектов представлена на рисунке (рисунок 12).

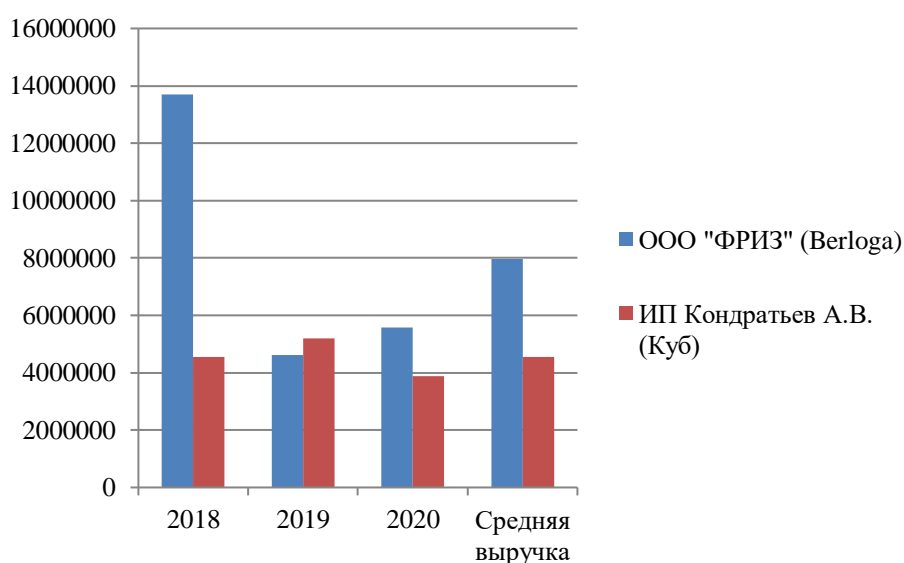


Рисунок 12 – Динамика выручки крупных туристических организаций Заринского района за 2018-2020 гг., руб.

Совокупно два крупных туристических объекта приносят в среднем более 10 млн. руб. выручки в год.

Что касается природоохранной деятельности, и, в частности, деятельности по сохранению биоразнообразия, в 2020 году Постановлением Правительства РФ от 11.09.2020 № 1399 был учрежден национальный парк «Салаир». На территории Заринского района расположены участок парка «Сунгай» (западный участок) и часть участка «Тогул» (восточный участок), общей площадью 9872,9 га (рисунок 13).

Условные обозначения

- Населенные пункты
- Национальный парк "Салаир"



Рисунок 13 – Участки национального парка «Салаир» в границах Заринского района

В качестве источника данных о наличии на территории национального парка видов растений, животных, птиц и экосистем, подлежащих охране, использованы материалы Комплексного экологического обоснования ООПТ «Национальный парк «Салаир»» (2019).

На территории национального парка сформированы подлежащие охране растительные сообщества, в том числе массивы старовозрастных кедровников, обеспечивающие среду обитания для многих видов животных, осиновые

крупнотравно-коротконожковые леса – эталон единственного в Сибири типа коренных осиновых лесов и другие редкие экосистемы.

На территории представлены 29 видов растений и грибов, занесенных в Красную книгу края, из них 9 – в Красную книгу РФ, обитают краснокнижные млекопитающие (выдра, сибирская белозубка) и птицы – черный аист, сапсан, филин, скопа, беркут, змееяд, балобан, могильник и др. Полный список представлен в материалах Комплексного экологического обоснования ООПТ (2019).

Кроме того, на территории парка охраняются популяции ценных видов охотничьих животных – лося, косули сибирской, росوماхи, американской норки и др.

Подводя итог вышесказанному, деятельность в природозависимых отраслях занимают важнейшую роль в хозяйственной деятельности района – в районе представлены сельскохозяйственные и лесохозяйственные производства полного цикла, в настоящее время активно развивается горнолыжный, пеший, гастрономический туризм (с. Голубцово, ежегодный фестиваль «Голубцовские голубцы»), а также туризм, связанный с экстремальными видами спорта – дельта- и парапланеризм. Также ведется и природоохранная деятельность, которая выражается в развитии созданного в 2020 году национального парка «Салаир».

Тем не менее, при этом, использование многих экосистемных услуг в настоящее время хотя и фактически производится, но их учёт не ведется – они воспринимаются обществом как бесплатные и, таким образом, не имеющие ценности, что зачастую приводит к неэффективному использованию земель с точки зрения устойчивого развития. Так, использование почвенного плодородия производится без учёта оптимальных параметров сельскохозяйственного воздействия, при использовании ресурсов леса в настоящее время лишь частично учитываются обеспечивающие экосистемные услуги, в том числе обеспечение древесиной. Недревесные ресурсы леса, хоть и номинально учитываются, однако их использование в связи с особенностями законодательства осуществляется населением бесконтрольно. При этом, неучтённой является ценность

регулирующих экосистемных услуг, оказываемых лесами, в том числе –связывание лесами атмосферного углерода.

При использовании территории также не учитывается аттрактивность ландшафтов, создающая возможности для рекреации и туризма, не учитывается наличие на территории богатого биоразнообразия, определяющего устойчивость ландшафтов, наличие ценных, редких экосистем, видов растений, животных и птиц.

Отсутствие учёта ценности многих функций экосистем при осуществлении хозяйственной деятельности приводит к дисбалансу между интересами отдельных предприятий и отраслей в целом, которые стремятся к получению максимальной материальной выгоды, и интересами сохранения жизнеобеспечивающих функций экосистем в надлежащем состоянии. Это создает необходимость в оценках экосистемных услуг и учёте их ценности при осуществлении хозяйственной деятельности.

При этом, опираясь на существующие результаты глобальных оценок экосистемных услуг (Costanza, 2014), их годовая ценность кратно превышает объемы валового мирового продукта. В связи с этим, на данном этапе развития общества полная интеграция оценок экосистемных услуг в экономические механизмы природопользования при сложившемся порядке ценообразования и налогообложения не представляется возможной – в таком случае затраты на компенсацию экосистемных услуг, (включенные в стоимость производимой продукции) многократно возрастут при значительном сокращении объемов промышленного и сельскохозяйственного производства.

Тем не менее, учёт экосистемных услуг в региональном масштабе в настоящее время может быть реализован путём проведения оценок для осознания их материальной ценности и разработки сценариев более рационального использования земель региона с позиций устойчивого развития.

2.3. Анализ структуры землепользования

Для проведения объективных оценок экосистемных услуг с целью оптимизации структуры землепользования необходимо учитывать расположение территории района в разных природных условиях, в связи с чем требуется анализ структуры землепользования в границах ландшафтных комплексов.

На территории района, в соответствии с ландшафтной картой (Винокуров с соавт., 2016) в границах трех ландшафтных провинций выделяют 12 местностей (рисунок 14).

Условные обозначения

- Верхнеобская провинция
- Предсалаирская провинция
- Салаирская провинция

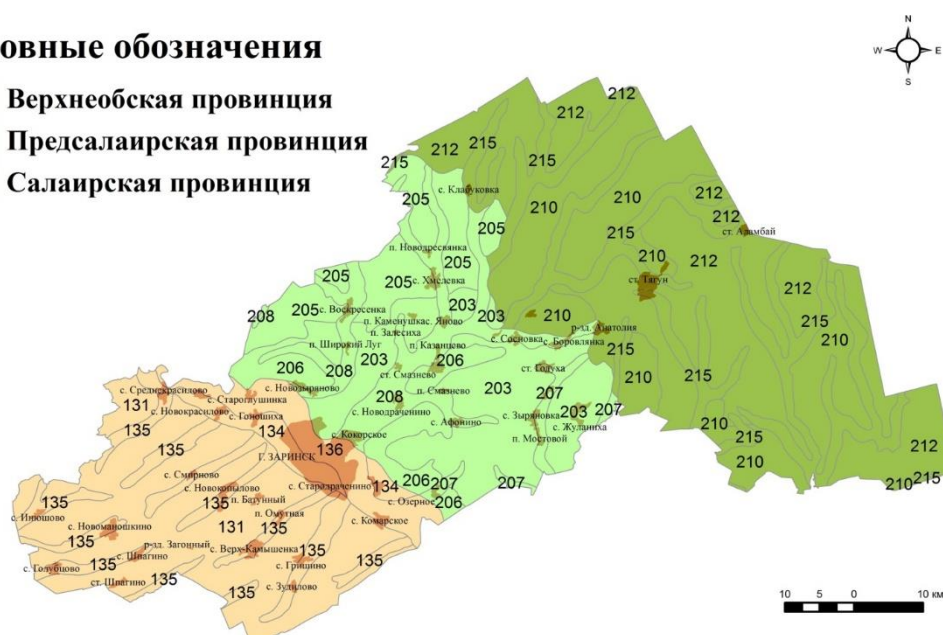


Рисунок 14 – Ландшафтные провинции и местности на территории Заринского района

Местности обозначены на карте-схеме числами в соответствии с легендой ландшафтной основы (таблица 8).

Таблица 8 – Описание местностей ландшафтных провинций на территории Заринского района

Провинция	Номер местности	Общая площадь, га	Описание
Верхнеобская провинция	131	83373,18	Холмисто-увалистые расчлененные поверхности со злаково-разнотравными луговыми степями и остепненными лугами на черноземах выщелоченных и оподзоленных в сочетании с березовыми и осиново-березовыми

			остепенными лесами и колками на серых и темно-серых лесных почвах.
	134	10307,45	Первые надпойменные террасы больших и средних рек заболоченные, плоские, местами бугристо-грядовые с березовыми, сосново-березовыми и травяно-кустарниковыми лесами на дерново-слабоподзолистых почвах.
	135	28002,6	Пологосклонные долины и балки с ровными плоскими днищами, занятыми остепенными и настоящими лугами и ковыльными степями по склонам на черноземно-луговых, луговых и реже лугово-болотных почвах.
	136	18669,48	Поймы больших и средних рек, расчлененные старицами, с разнотравно-злаковыми закустаренными и галофитными лугами на аллювиальных луговых и болотно-луговых почвах в сочетании с ветлово-тополево-кустарниковыми лесами на аллювиальных слоистых почвах.
Предсалаирская провинция	203	55890,58	Холмисто-увалистые междуречные расчлененные поверхности с бобово-разнотравно-злаковыми остепенными лугами на черноземах выщелоченных в сочетании с березовыми перелесками на серых и темно-серых лесных почвах (220-330 м).
	205	28801,34	Увалистые расчлененные и холмисто-увалистые поверхности с осиново-березовыми высокотравными лесами в сочетании со злаково-разнотравными лугами на темно-серых лесных почвах (240-300 м)
	206	20531,1	Приречные пологосклонные расчлененные поверхности с березовыми травяными лесами на темно-серых лесных почвах.
	207	5533,28	Террасированные долины с разнотравно-злаковыми и осоково-злаковыми лугами на луговых и болотно-луговых почвах.
	208	30877,41	Террасированные долины с осиново-березовыми осоковыми и осоково-вейниковыми заболоченными лесами на торфяно-глеевых и перегнойно-глеевых почвах.
Салаирская провинция	210	68004,49	Увалистые с широкими уплощенными вершинами поверхности с осиновыми и пихтово-осиновыми, с примесью березы, высокотравными закустаренными лесами на горно-лесных дерново-глубокоподзоленных почвах (350-400 м)
	212	99175,48	Пологоувалистые слаборасчлененные поверхности с осиново-пихтовыми высокотравными закустаренными лесами на горно-лесных глубокоподзоленных почвах (360-560 м).

	215	59443,72	Плоские долины с разнотравно-злаковыми и осоково-злаковыми заболоченными лугами в сочетании с древесно-кустарниковыми зарослями на луговых и лугово-болотных аллювиальных почвах.
--	-----	----------	---

Разнообразие природных условий территории района определяет дифференциацию структуры землепользования и, соответственно, влияет на значения ценности различных экосистемных услуг ландшафтов, что обеспечивает репрезентативность получаемых результатов оценок.

Для анализа структуры землепользования были использованы данные о распределении земель различных категорий, предоставленные ООО «Алтайгипрозем», в совокупности с результатами проведенного автором рекогносцировочного исследования. Исследование было направлено, прежде всего, на идентификацию залежных угодий и уточнение существующих данных о структуре землепользования, проводилось в августе 2019 года и включало в себя следующие основные этапы:

- 1) поиск и обработка данных спутника LANDSAT 8 для территории района;
- 2) выбор ключевого участка для идентификации сельскохозяйственных угодий различных видов на местности;
- 3) полевые исследования;
- 4) картографирование сельскохозяйственных угодий в ArcGIS 10 путем классификации данных спутника LANDSAT 8 по методу максимального подобия.

Данные спутника LANDSAT 8 были получены с сайта геологической службы США (USGS) по состоянию на 16 июня 2019 года. Для идентификации сельскохозяйственных угодий была применена RGB-комбинация спектральных каналов снимка (6-5-2):

- ближний инфракрасный канал (1,56-1,66 мкм);
- ближний инфракрасный канал (0,845-0,885 мкм);
- синий канал (0,45-0,515 мкм).

В данной комбинации каналов растительность выглядит зеленой, розовые участки отражают открытую почву, оранжевые и коричневые тона характерны для разреженной растительности.

Определение соответствий различных цветовых комбинаций снимка LANDSAT 8 видам сельскохозяйственных угодий проводилось на примере ключевого участка вблизи ст. Загонный, где, по данным ООО «Алтайгипрозем» отмечается значительное разнообразие структуры землепользования.

По результатам проведенного рекогносцировочного исследования был составлен альбом соответствий цветовых комбинаций снимка LANDSAT видам земельных угодий на местности (Приложение А).

С использованием полученных соответствий с помощью программного обеспечения ArcGIS 10.1 была проведена классификация данных снимка по методу максимального подобия.

При этом были выявлены сложности в идентификации залежных земель, которые связаны с похожим отражением на снимке залежей и пастбищ, а также ошибок, которые возникли по причине распространения сорных растений на распаханых полях. Для уточнения результатов, полученные пространственные данные о распределении сельскохозяйственных угодий различных видов были обработаны:

- 1) была проведена сверка полученных данных о распределении лесных площадей, сенокосов и пастбищ с аналогичными данными, полученными ООО «Алтайгипрозем», для разграничения принадлежности спорных участков к пастбищным/залежным угодьям.

- 2) по результатам сверки проведена корректировка классификации по методу максимального подобия;

- 3) проведена генерализация полигонов площадью менее 1 га для устранения ошибок, приводивших к возникновению залежных «островов» на распаханых полях.

С помощью программного обеспечения Arc GIS 10.1 составлена карта-схема, на которой отражена структура землепользования района (рисунок 15). В районе

выделено 5 основных видов сельскохозяйственных угодий: пашня, пастбища, сенокосы, многолетние насаждения, залежные угодья.

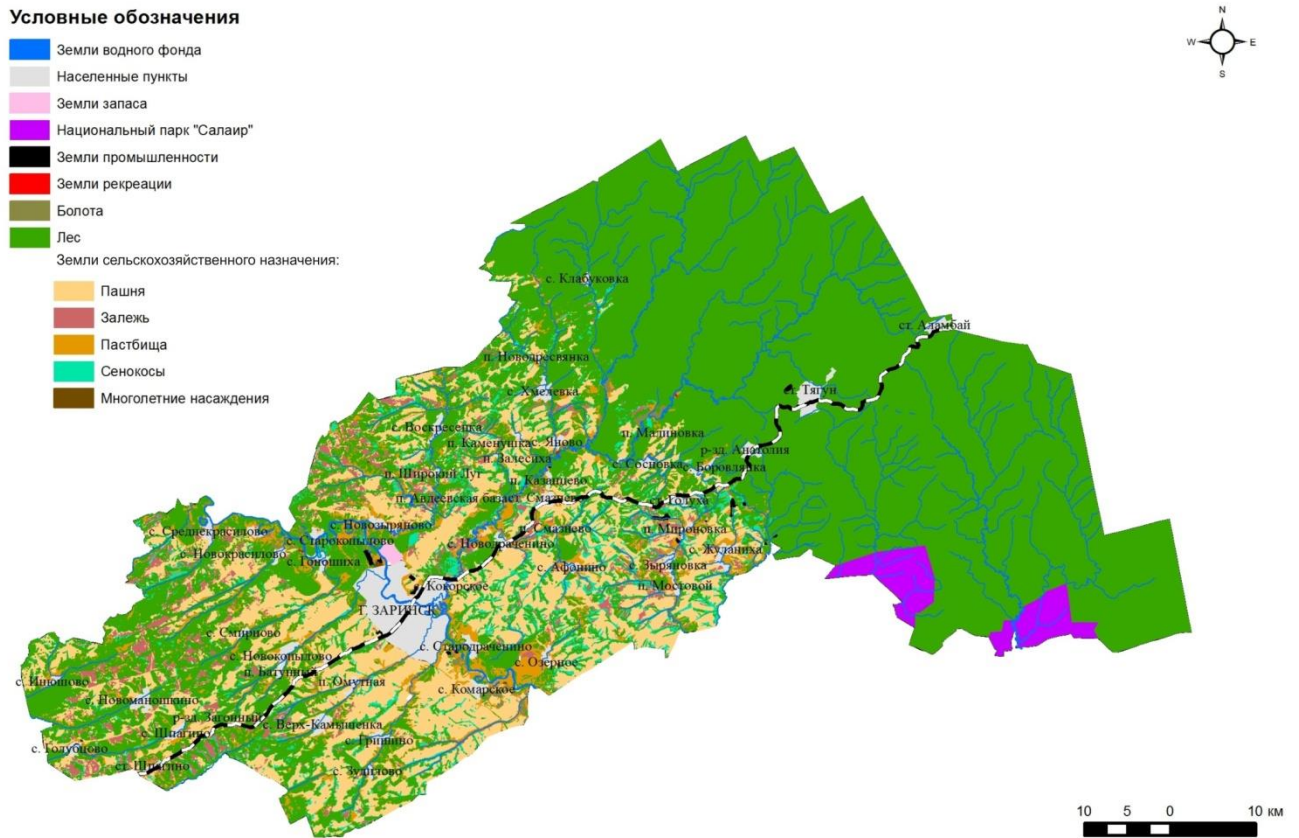


Рисунок 15 – Структура землепользования Заринского района

Доля площади района, занимаемая различными видами земельных угодий, представлена на рисунке (рисунок 16).

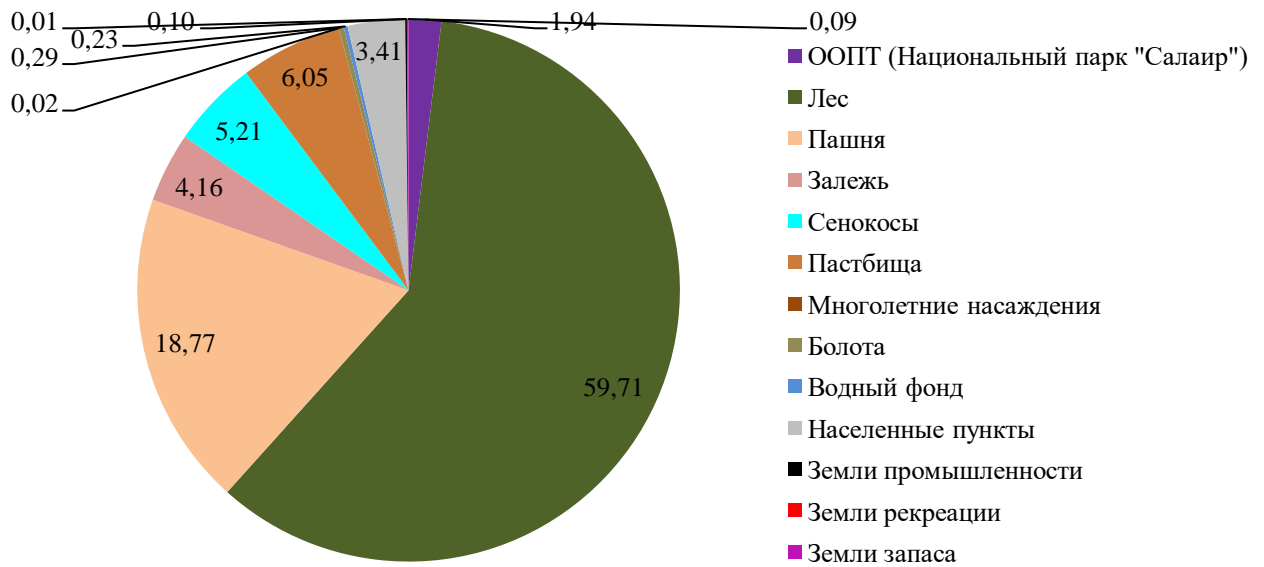


Рисунок 16 – Структура землепользования Заринского района, % площади района

Наибольшую площадь в районе занимают леса (59,71%), пашня (18,77%) пастбища (6,05%), сенокосы (5,21%), залежь (4,16%) и земли населенных пунктов (3,41%). На долю угодий других видов суммарно приходится 2,69% площади района.

Что касается площади пашни и залежи, такие угодья повсеместно распространены в лесостепных провинциях западной и центральной частей района. Пастбища, как правило, расположены вблизи населенных пунктов, что вызвано особенностями выпаса, а именно – необходимостью наличия кормовой базы для скота при небольшой удаленности от постоянных мест содержания. Такое расположение пастбищ вызвано массовым упадком отрасли животноводства в крае в 1990-х годах, что привело к концентрации поголовья скота в личных подсобных хозяйствах и несоблюдению пастбищеоборота.

Сенокосы сконцентрированы на окраинах лесных массивов в лесостепной части района. Это связано с тем, что на границе леса возникают переходные микроклиматические условия, характеризующиеся повышенным по сравнению с открытыми пространствами увлажнением почвы при более интенсивном прогревании по сравнению с лесным массивом. Особые микроклиматические условия влияют на величину биомассы травянистых растений, что делает сенокосение на таких территориях более эффективным по сравнению с обширными открытыми пространствами и лесами.

При более детальном рассмотрении в границах ландшафтных местностей структура землепользования района выглядит следующим образом (рисунок 17).

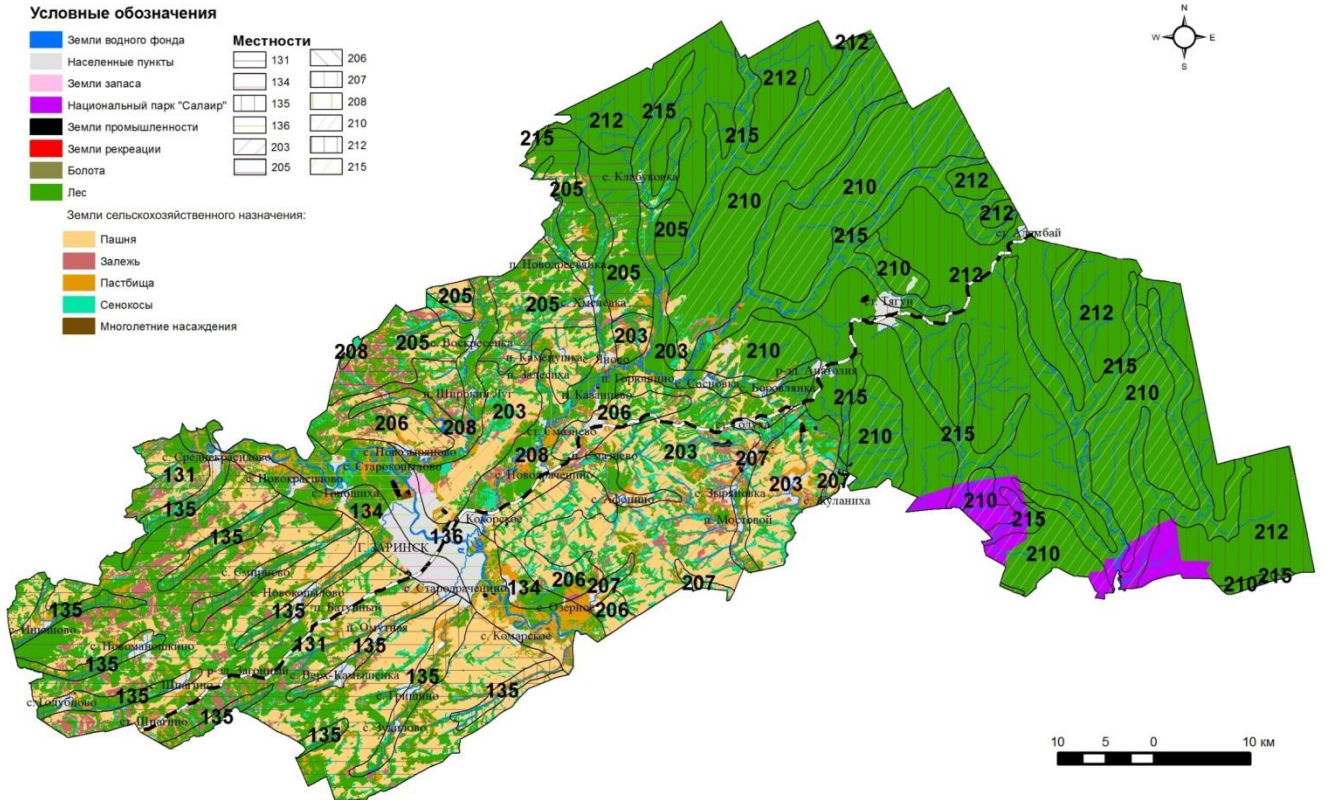


Рисунок 17 – Структура землепользования Заринского района в границах местностей ландшафтных провинций

Как видно на рисунке, существует четкая дифференциация структуры землепользования на территории Алтае-Саянской горной и Западно-Сибирской равнинной стран. Структура землепользования в границах ландшафтных местностей представлена в таблице (таблица 9).

Таблица 9 – Структура землепользования Заринского района в границах местностей

Провинции	Доля в общей площади, занимаемой местностью, %																	
	Номер местности	Водный фонд	Населенные пункты	Лес						Пашня	Залежь	Сенокосы	Пастбища	Многолетние насаждения	Болота	Земли промышленности	Земли рекреации	Земли запаса
				Озерское лесничество (7С2Б1Ос)	Тогульское лесничество (7Ос1Б2П)	Тягунское лесничество (5Ос3Б2П)	ООПТ (Национальный парк "Салаир")		Всего лес									
							7Ос1Б2П ("Тогул")	5Ос3Б2П										
Верхнеобская провинция	131	-	1,2	2,0	-	29,2	-	-	31,2	43,2	10,5	7,0	6,8	-	-	-	-	-
	134	0,3	28,3	-	-	37,2	-	-	37,2	12,3	2,5	2,3	16,3	-	0,8	-	-	-
	135	-	7,0	1,0	-	38,0	-	-	39,0	28,1	3,9	6,3	14,9	-	0,7	-	-	-
	136	3,8	27,7	-	-	22,4	-	-	22,4	10,0	1,1	3,6	26,5	0,3	1,9	0,9	-	1,6
Предсалаирская провинция	203	-	2,3	-	-	20,8	-	-	20,8	45,5	7,3	15,3	7,8	-	0,3	0,4	-	0,3
	205	-	-	-	-	55,9	-	-	55,9	20,8	7,5	9,6	5,9	-	0,2	-	-	-
	206	-	2,2	-	-	19,4	-	-	19,4	45,9	11,2	12,4	8,6	0,1	0,1	-	-	-
	207	-	11,1	-	-	19,7	-	-	19,7	26,0	4,6	13,5	22,7	-	2,0	0,4	-	-
	208	0,7	8,0	-	-	44,0	-	-	44,0	16,1	6,1	8,7	15,3	-	1,0	-	0,1	-
Салаирская провинция	210	-	0,3	-	18,0	74,2	1,1	3,7	97,0	1,6	0,2	0,5	0,3	-	0,1	-	-	-
	212	-	0,7	-	18,3	77,3	2,3	1,2	99,1	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-
	215	0,3	0,9	-	19,3	73,0	2,5	2,7	97,4	0,1	-	0,6	0,5	-	0,2	-	-	-

Для оценки разнообразия и выравненности структуры землепользования в границах ландшафтных местностей был рассчитан индекс Шеннона. Расчет проводился по формуле (2):

$$H = - \sum p_i \ln p_i \quad (2)$$

где H – индекс Шеннона, i – вид земельных угодий; p – доля земельных угодий i в общей площади, занимаемой местностью.

Результаты расчета представлены в таблице (таблица 10).

Таблица 10 – Разнообразие и выравненность структуры землепользования в границах местностей (индекс Шеннона)

Номер местности	Индекс Шеннона
131	1,38
134	1,51
135	1,53
136	1,77
203	1,51
205	1,25
206	1,49
207	1,76
208	1,62
210	0,18
212	0,05
215	0,16

Наиболее разнообразная и выравненная структура землепользования и величина различий их площадей отмечена в пойме р. Чумыш, а также в террасированных долинах Предсалаирской провинции. Наименее разнообразна структура землепользования в Салаирской провинции, где преобладает лесопользование.

Для оценки структуры землепользования в границах ландшафтных местностей с целью выявления преобладающих видов земельных угодий был рассчитан индекс Симпсона. Расчет проводился по формуле (3):

$$D = \sum n_i(n_i - 1)/(N(N - 1)) \quad (3)$$

где D – индекс Симпсона, i – вид земельных угодий, n – площадь, занимаемая видом земельных угодий i в границах местности, N – общая площадь, занимаемая местностью в границах района.

Результаты расчета представлены в таблице (таблица 11).

Таблица 11 – Значения индекса Симпсона для структуры землепользования Заринского района в границах местностей

Номер местности	Индекс Симпсона	Преобладающие земельные угодья (при $D \geq 0,35$)
131	0,30	пашня и залежь
134	0,26	–
135	0,26	–
136	0,22	–
203	0,29	пашня и залежь
205	0,37	лес
206	0,28	пашня и залежь
207	0,19	–
208	0,26	–
210	0,94	лес
212	0,98	лес
215	0,95	лес

В структуре земельных угодий Салаирской провинции преобладают леса (индекс Симпсона – более 0,9). В Предсалаирской провинции отмечаются местности со значительным преобладанием лесных и пахотных угодий, в Верхнеобской – пахотных угодий. Как видно из карты-схемы структуры землепользования при движении с запада на восток по территории района отмечается плавный переход от сельскохозяйственного землепользования к лесохозяйственному, что подтверждается проведенными расчетами.

Для каждой местности в зависимости от доли площади, занимаемой различными видами земельных угодий, были составлены ряды их влияния на структуру землепользования (таблица 12).

Таблица 12 – Доли площади различных видов земельных угодий в границах ландшафтных местностей на территории Заринского района

Провинции	Номер местности	Доля в общей площади, занимаемой местностью, %				
		100-81	80,99-62	61,99-43	42,99-24	23,99-5
Верхнеобская провинция	131	–	–	пашня и залежь	лес	сенокосы, пастбища
	134	–	–	–	лес, населенные пункты	пастбища, пашня и залежь
	135	–	–	–	лес, пашня и залежь	пастбища, населенные пункты, сенокосы

	136	–	–	–	населенные пункты, пастбища	лес, пашня и залежь
Предсалаирская провинция	203	–	–	пашня и залежь	–	лес, сенокосы, пастбища
	205	–	–	лес	пашня и залежь	сенокосы, пастбища
	206	–	–	пашня и залежь	–	лес, сенокосы, пастбища
	207	–	–	–	пашня и залежь	пастбища, лес, сенокосы, населенные пункты
	208	–	–	лес	–	пашня и залежь, пастбища, сенокосы, населенные пункты
Салаирская провинция	210	лес	–	–	–	–
	212	лес	–	–	–	–
	215	лес	–	–	–	–

Таким образом, дифференциация в структуре землепользования Заринского района отмечена не только в рамках разных физико-географических стран, но и в границах провинций Западно-Сибирской равнинной страны.

Территория района в границах Верхнеобской провинции, по сравнению с Предсалаирской, заселена более плотно, что обуславливает значительные доли площадей пастбищ, которые расположены вблизи населенных пунктов. На территории района, приуроченной к Предсалаирской провинции, по причине невысокой доли земель населенных пунктов, площадь сенокосов в провинции превышает площадь пастбищ. Салаирская провинция практически полностью занята лесами, лесистость в ней превышает 95%.

В целом, представленные данные о природных условиях района, структуре земельных угодий и особенностях хозяйственной деятельности позволяют идентифицировать спектр основных экосистемных услуг в районе и провести их оценку.

ГЛАВА 3. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОЦЕНОК ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

3.1. Оценка экосистемных услуг

Исходя из природных условий, особенностей хозяйства в районе и структуры землепользования, можно идентифицировать следующие основные экосистемные услуги (таблица 13).

Таблица 13 – Экосистемные услуги ландшафтов Заринского района

Группа экосистемных услуг	Экосистемные услуги
Обеспечивающие (ОЭУ)	Прирост древесины, недревесных и пищевых ресурсов леса
	Прирост многолетних трав на сено
	Потенциальная ценность пастбищ
	Потенциальная ценность пахотных угодий
Регулирующие (РЭУ)	Депонирование атмосферного углерода (регулирование климата)
Культурные (КЭУ)	Аттрактивность ландшафтов (условия для развития рекреации и туризма)
Поддерживающие (информационные)	Генетические ресурсы редких видов растений и животных, промысловых видов

В качестве обеспечивающих экосистемных услуг были выбраны услуги, которые обеспечивают деятельность природозависимых отраслей района – сельского и лесного хозяйства. Для лесного хозяйства блага, обеспечиваемые экосистемами, представлены приростом древесины в лесных насаждениях, а также обеспечением недревесными и пищевыми ресурсами леса. Для сельского хозяйства обеспечивающие экосистемные услуги представляют собой блага от использования различных сельскохозяйственных угодий – пашни, сенокосов и пастбищ. Следует отметить, что некоторые сенокосы и пастбища систематически не используются и этот факт сложно отследить, по этой причине для оценки используются показатели потенциальной ценности, отражающие использование всех доступных угодий.

Что касается водного хозяйства, в масштабах Заринского района мы посчитали нецелесообразной оценку экосистемных услуг по обеспечению пресной водой из подземных источников. Это вызвано тем, что оценка проводится в рамках ландшафтных границ, а забор воды происходит в границах населенных пунктов – таким образом, при проведении попытки такой оценки была бы получена закономерная зависимость ценности обеспечения пресной водой в границах конкретной местности от количества используемых на этой территории артезианских скважин, в то время, как местности, в которых нет населенных пунктов, обладают не меньшим потенциалом запасов подземных вод.

Регулирующие экосистемные услуги в районе, прежде всего, представлены естественным регулированием климата, которое выражается в депонировании атмосферного углерода растениями. Так как район имеет достаточно небольшую широтную и меридиональную протяженность, в оценке не учтены средообразующие экосистемные услуги. На наш взгляд, оценка данной группы экосистемных услуг может проводиться в более широких пространственных масштабах, в которых возможно достоверно зафиксировать различия – национальном и мировом.

Из культурных экосистемных услуг в Заринском районе наиболее важное значение имеют услуги, обеспечивающие развитие на территории рекреации и туризма – живописные ландшафты черневой тайги в Салаирской провинции, а также условия рельефа Верхнеобской провинции – холмы, позволяющие осуществлять полеты на парапланах и дельтапланах.

Информационные экосистемные услуги на территории, прежде всего, представлены генетическими ресурсами редких видов растений и животных, а также охотничьих животных, обеспечивающих биоразнообразие, и, соответственно, устойчивость ландшафтов. Следует отметить, что в качестве ценных, оказывающих экосистемные услуги, выбраны именно редкие виды и охотничьи животные, по причине того, что снижение их численности может привести к сокращению биоразнообразия, нарушению устойчивости ландшафтов и необходимости возместить потерянную ценность экосистемных услуг. Ярким

примером похожей ситуации, но относящейся к истребленным популяциям, является кампания по уничтожению воробьев в Китае в XX в. В итоге этой кампании воробьи практически исчезли на территории страны, что повлекло за собой неурожай и голод, в результате которого власти приобретали птиц за рубежом, неся значительные затраты и восполняя утраченную ценность экосистемных услуг.

Для оценки экосистемных услуг в субрегиональном масштабе необходимо учитывать ландшафтные условия территории, показатели продуктивности лесных экосистем, природных кормовых и пахотных угодий. В связи с этим целесообразно проводить такую оценку в границах ландшафтных местностей и с учетом сложившейся в их пределах структуры землепользования.

Оценка идентифицированных экосистемных услуг проведена с использованием следующих данных и разработанной автором методики (таблица 14).

Таблица 14 – Методика расчета экономической ценности экосистемных услуг

Экосистемные услуги	Формула	Расшифровка
Прирост древесины, недревесных и пищевых ресурсов леса	Расчет ценности прироста древесины в границах ландшафтных местностей для каждого лесничества: $P_i = S_i \times x \times C;$	i – номер местности; P – ценность прироста лесов лесничества в границах местностей, руб./год; S – площадь лесов лесничества в границах местностей, га; x – средний годовой прирост древесины в лесничестве на 1 га площади, м ³ /год; C – стоимость 1 м ³ древесины для лесотаксового района, утвержденная Постановлением Правительства РФ от 22.05.2007 № 310 (рассчитывается с учетом состава насаждений в лесничествах и инфляции)
	Расчет ценности недревесных и пищевых ресурсов леса для каждого лесничества: $N_i = \left(\sum V_r \times C_r \right) \times S_i$	i – номер местности; N – ценность прироста недревесных и пищевых ресурсов леса, руб./год; r – недревесные и пищевые ресурсы леса (еловые/пихтовые/сосновые лапы, деревья для новогодних праздников, береста, березовый сок, ягоды, грибы, папоротник орляк);

		<p>V – потенциально возможный объем заготовок на 1 га площади лесов лесничества, ед. (Лесной план...,2019);</p> <p>C – рыночная стоимость единицы ресурса (кг, шт.), руб.;</p> <p>S – площадь лесов лесничества в границах местностей, га</p>
Прирост многолетних трав на сено	$H_i = P \times C_{сена} \times S_i$	<p>i – номер местности;</p> <p>H – ценность прироста многолетних трав на сено, руб./год;</p> <p>P – средняя урожайность многолетних трав на сено, центнеров сухой массы/га (Алтайкрайстат, 2012-2018);</p> <p>$C_{сена}$ – рыночная стоимость 1ц сена, руб.;</p> <p>S – площадь сенокосов в границах местностей, га</p>
Потенциальная ценность пастбищ	$C_i = S_i \times p \times K_i \times C_{сена}$	<p>i – номер местности;</p> <p>C – потенциальная ценность пастбищ, руб./год;</p> <p>S – площадь пастбищ в границах местности, га;</p> <p>p – продуктивность естественных пастбищ, ц/га;</p> <p>K – коэффициент поедаемости пастбищной травы;</p> <p>$C_{сена}$ – стоимость 1ц сена, руб.</p>
Потенциальная ценность пахотных угодий	$AL_i = S_i \times C_{срв}$	<p>i – номер местности;</p> <p>AL – потенциальная ценность пахотных угодий, руб./год;</p> <p>S – площадь пашни в границах местности, га;</p> <p>$C_{срв}$ – средневзвешенная кадастровая стоимость 1 га пашни в границах местности, руб.</p>
Депонирование атмосферного углерода (регулирование климата)	<p>Расчет объемов депонирования атмосферного углерода лесами:</p> $D_i = P_i \sum_{(1)}^{(4)} (a_i \times (w \div 100) \times dep);$	<p>D_i – депонирование атмосферного углерода, тонн/год;</p> <p>P_i – площадь лесов в границах местности, га;</p> <p>a_i – доля породы в составе насаждений;</p> <p>(1)-(4) – возрастные группы насаждений;</p> <p>w – доля возрастной группы в площади насаждений, %;</p> <p>dep – объемы годового депонирования атмосферного углерода по группам пород и возрастным группам, т/га/год</p>
	<p>Расчет ценности депонирования атмосферного углерода:</p>	<p>i – тип земельных угодий,</p> <p>C – стоимость услуг по депонированию углерода, руб./год;</p>

	$C_i = \sum (C_{ср.взв.} \times K_{dep(i)} \times S_i)$	<p>$C_{ср.взв.}$ – средневзвешенная стоимость эмиссии углерода на биржах (руб./тонну),</p> <p>$K_{dep(i)}$ – способность угодий i к депонированию углерода из атмосферы (тонн/год) (для лесов – по данным проведенных расчетов D_i, для нелесных угодий – поданным ПАСА (Dolman, 2012), для угодий, углеродный баланс которых указывает, что годовое поступление углерода в атмосферу превышает сток углерода, ценность услуг указывается со знаком «-»).</p> <p>S_i – площадь угодий i, (га)</p>
Аттрактивность ландшафтов	$At_i = PQ_i \div S_i$	<p>i – номер местности;</p> <p>At – аттрактивность ландшафтов, руб./га/год;</p> <p>PQ – среднегодовая выручка туристических организаций/баз отдыха на территории местности, руб/год;</p> <p>S – площадь местности, га;</p>
Генетические ресурсы редких видов растений и животных, промысловых видов	Редкие виды животных:	<p>an – редкие и исчезающие виды животных на территории;</p> <p>$B_{ожм}$ – размер вреда, причиненного объектам животного мира, руб./год;</p> <p>N – количество особей на территории, ед;</p> <p>$НС$ – такса стоимости объектов животного мира данного вида, руб./ед (Приказ Минприроды от 28.04.2008 № 107);</p> <p>$K_{ит}$ – коэффициент инфляции по отношению к предыдущему году (для 2020 года $K_{ит} = 1,0491$).</p>
	Редкие виды растений:	<p>p – редкие и исчезающие виды растений на территории;</p> <p>$B_{орм}$ – размер вреда, причиненного объектам растительного мира, руб./год;</p> <p>S – площадь произрастания видов на территории, ед.;</p> <p>$НС$ – такса стоимости 1 га произрастания редких видов растений руб./га (Приказ Минприроды от 01.08.2011 № 658);</p> <p>$K_{ит}$ – коэффициент инфляции по отношению к предыдущему году (для 2020 года $K_{ит} = 1,0491$).</p>
	Ресурсы охотничьих животных:	<p>i – номер местности;</p> <p>Y – стоимость охотничьих животных, руб./год;</p> <p>an – виды охотничьих животных и птиц на территории;</p>
	$Y_i = \left(\sum_1^{an} (T_{an} \times K \times N_{an}) \right) \div S_h) \times S_{hi}$	

		<p>T – такса для исчисления размера вреда, причиненного охотничьим животным, руб./ед. (Приказ Минприроды от 08.12.2011 № 948);</p> <p>K – повышающий коэффициент для незаконной охоты ($K=3$);</p> <p>N – численность охотничьих животных на территории охотничьего хозяйства, ед.;</p> <p>S_h – площадь охотничьего хозяйства, га;</p> <p>S_{hi} – площадь охотничьих угодий в границах местности, га</p>
	<p>Генетические ресурсы редких видов растений и животных, промысловых видов (итога):</p> $GR_i = \frac{(B_{ожм} + B_{орм})}{S_i(оопт)} + Y_i \div S_i$	<p>i – номер местности;</p> <p>GR_i - Генетические ресурсы редких и промысловых видов и популяций в границах местности, руб./га/год;</p> <p>$B_{ожм}$ – размер вреда, причиненного объектам животного мира, руб./год;</p> <p>$B_{орм}$ – размер вреда, причиненного объектам растительного мира, руб./год;</p> <p>$S_i(оопт)$ – площадь местностей, в границах которых организован национальный парк «Салаир», га;</p> <p>Y – стоимость охотничьих животных, руб./год;</p> <p>S_i - площадь местности, га.</p>

Кроме того, при расчете ценности экосистемных услуг учитывались факторы, снижающие их ценность – экосистемные «антиуслуги» (ecosystem disservices). Основным таким фактором в Заринском районе является овражная эрозия, вследствие наличия ряда факторов:

- 1) преобладающий холмисто-увалистый рельеф с большим количеством склонов;
- 2) более 40% площади района представлено пахотными угодьями, зачастую расположенными на склонах;
- 3) значительное количество осадков. В год в Заринском районе выпадает до 450 мм осадков, зимой образуется снежный покров высотой до 1 м, что способствует активному формированию временных водотоков;
- 4) густая речная сеть, представленная р. Чумыш и ее притоками.

Для картографирования и оценки динамики овражной сети были использованы следующие источники информации:

- Атлас Алтайского края (1980 г.);

- Открытые крупномасштабные топографические карты Роскартографии масштаба 1:50000;
- Разносезонные (весенние и осенние) космические снимки высокого разрешения 2016-2019 гг., полученные с помощью программного обеспечения SAS.Планета.

Области, подверженные овражной эрозии в Заринском районе, расположены вдоль русел рек и вблизи населенных пунктов. Наиболее крупные овраги представлены на картосхеме (рисунок 18). В результате проведенной оценки было выявлено 8 областей, наиболее подверженных развитию овражной эрозии. Сравнив полученные уточненные данные о расположении оврагов на территории района с данными Атласа Алтайского края, было выявлено, что с 1980 года по настоящее время площадь оврагов в районе значительно увеличилась. При этом, следует учитывать тот факт, что возможности сравнения несколько ограничены масштабом используемых карт – информация об овражной сети района в прошлом содержится только в Атласе Алтайского края 1980 г., в то время, как современные крупномасштабные карты и космоснимки имеют намного более высокую детализацию.

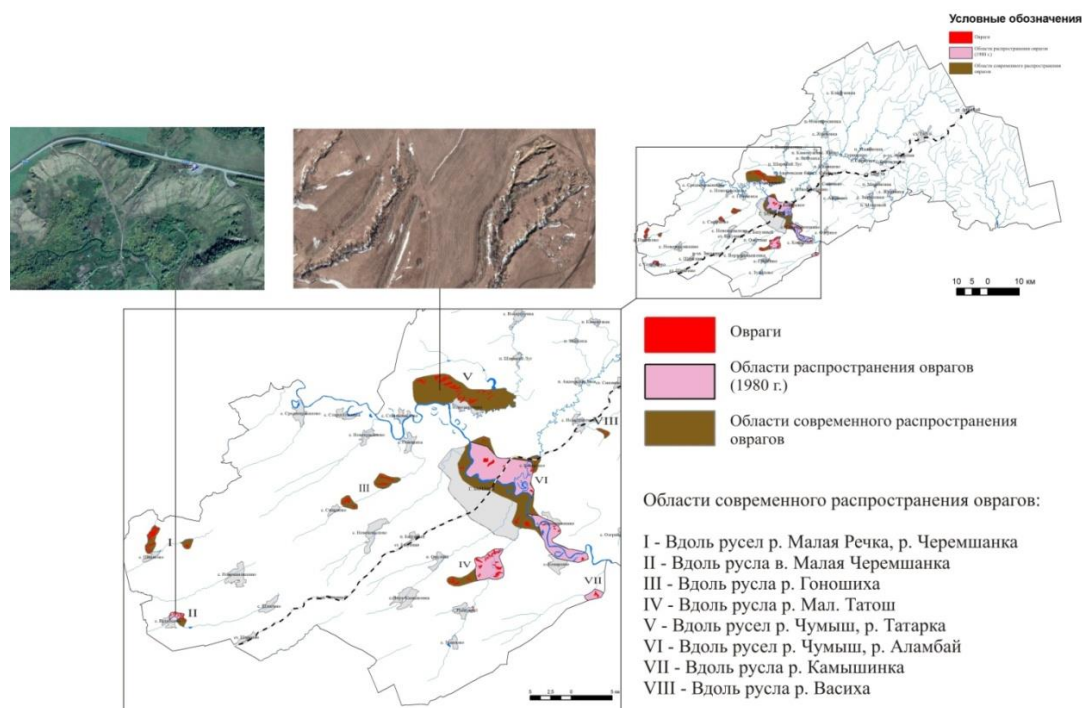


Рисунок 18 – Динамика овражной сети на территории Заринского района за период 1980-2020 гг.

Рост овражной сети в районе за последние 40 лет привел к необходимости отчуждения следующих площадей сельскохозяйственных угодий (таблица 15).

Таблица 15 – Площади земельных угодий, отчужденных по причине развития овражной сети в Заринском районе за период с 1980 по 2020 гг.

Виды земельных угодий	Площадь отчужденных земельных угодий, км ²
Пашня	25,23
Залежь	5,49
Пастбища	14,31
Сенокосы	10,02
Другие	23,37

Наиболее сильно от развития оврагов на территории района пострадали пахотные угодья на более чем 25 км², что значительно влияет на ухудшение плодородия, понижая потенциал обеспечивающих экосистемных услуг. При этом, на 5,49 км² таких угодий, где наблюдается рост оврагов, в течение нескольких последних лет не выращиваются сельскохозяйственные культуры, что ведет к переводу данных земель в категорию залежных.

Оценка обеспечивающих экосистемных услуг леса проводилась в два этапа. На первом этапе был проведен расчет ценности годового прироста древесины в лесах.

Расчет объемов прироста в границах ландшафтных местностей для каждого лесничества проводился по формуле (4):

$$P_i = S_i \times x; \quad (4)$$

Где P – прирост лесов лесничества в границах местностей, м³/год; i – номер местности; S – площадь лесов лесничества в границах местностей, га; x – средний годовой прирост древесины в лесничестве на 1 га площади, м³/год.

В качестве показателя ценности прироста была принята величина стоимости 1 м³ древесины для Кемеровско-Алтайского лесотаксового района, утвержденная Постановлением Правительства РФ от 22.05.2007 № 310 (ред. от 18.04.2019) «О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу

площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности» с учетом инфляции (таблица 16).

Таблица 16 – Стоимость 1 м³ древесины для Кемеровско-Алтайского лесотаксового района с учетом индексации, руб. (О ставках платы...: Постановление Правительства РФ от 22.05.2007 № 310) на 2021 год

Сосна	74,88
Кедр	89,82
Лиственница	59,76
Ель, пихта	67,14
Дуб, ясень, клен	168,48
Береза	37,08
Ольха, липа, ива	22,68
Осина, тополь	7,38

Стоимость рассчитывалась путем произведения полученных объемов прироста древесины в лесах, принадлежащих к Озерскому, Тогульскому и Тягунскому лесничествам, на стоимость 1 м³ древесины пропорционально составу насаждений.

Для расчета потенциала использования недревесных и пищевых ресурсов леса в районе были использованы данные о потенциально возможных объемах заготовки недревесных и пищевых лесных ресурсов и лекарственных растений в Алтайском крае (Лесной план..., 2019), общей площади лесов в крае, а также данные о рыночной стоимости недревесных и пищевых лесных ресурсов (таблица 17).

Таблица 17 – Потенциально возможный удельный объем заготовок и рыночная стоимость недревесных и пищевых ресурсов леса в Алтайском крае

Наименование ресурса	Единицы измерения	Потенциально возможный объем заготовок на 1 га площади лесов	Рыночная стоимость 1 кг (штук)	Рыночная стоимость на 1 га площади лесов, руб.
Заготовка еловой, пихтовой, сосновой лапы	килограмм	0,45	30	13,56
Заготовка елей или деревьев других хвойных пород для новогодних праздников	штук	0,05	500	22,60
Заготовка бересты	килограмм	2,26	20	45,20
Ягоды	килограмм	0,34	265	89,83

Грибы	килограмм	1,79	100	178,53
Березовый сок	килограмм	0,34	33	11,19
Папоротник орляк	килограмм	2,12	100	212,43

Источниками данных о рыночной стоимости недревесных и пищевых ресурсов леса послужили объявления о продаже, размещенные ООО «Алтай-Экспорт» (Барнаул) и ООО «ГКР» (Кемерово) в 2021 году. Тем не менее, представленные рыночные цены, как и потенциальные объемы заготовки, носят ориентировочный характер. Рыночная стоимость ягод рассчитывалась исходя из личных наблюдений в пропорции 0,1 – земляника лесная (*Fragaria vesca*), 0,9 – земляника зеленая (*Fragaria viridis*), которую также называют «полевой клубникой». Запасы других лесных ягод в Заринском районе незначительны и практически не заготавливаются населением. Рыночная стоимость грибов рассчитывалась исходя из стоимости килограмма белых грибов/лисичек в сезон сбора грибов.

По результатам расчетов были получены значения потенциальной ценности использования недревесных и пищевых ресурсов леса на 1 га площади, которые составили для Тогульского и Тягунского лесничеств – 573,35 руб./га/год, для Озерского лесничества – 550,75 руб./га/год. Различия обусловлены тем, что в Озерском лесничестве в составе насаждений не встречается ель и пихта, которые могли бы быть заготовлены для новогодних праздников.

Общая потенциальная ценность использования недревесных и пищевых ресурсов леса в границах местностей была получена путем суммы произведения площадей лесов, принадлежащих к разным лесничествам, на рассчитанную удельную потенциальную ценность для каждого из лесничеств.

Общая продуктивность экосистемной услуги по приросту древесины, недревесных и пищевых ресурсов леса выражалась в рублях на 1 га площади в год (рисунок 19).

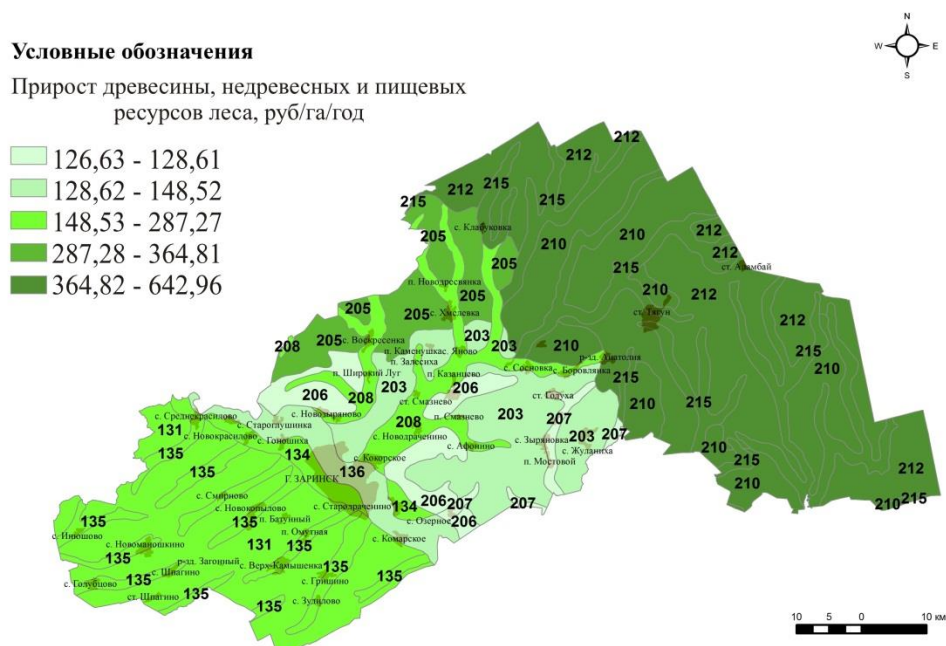


Рисунок 19 – Продуктивность экосистемной услуги по приросту древесины, недревесных и пищевых ресурсов леса в границах местностей на территории Заринского района, руб./га/год¹

Полученные значения на большинстве картосхем были классифицированы по алгоритму естественных границ Дженкса. Данный метод классификации подходит для отображения количественных параметров местностей, которые граничат друг с другом и имеют схожие значения ценности экосистемных услуг.

Таким образом, распределение ценности данной экосистемной услуги на территории района обусловлено лесистостью и составом насаждений. Наиболее ценными с данной точки зрения являются территории, принадлежащие к Салаирской провинции, где лесистость превышает 95%, а наименее ценными – луга Предсалаирской провинции.

Ценность прироста многолетних трав на сено оценивалась с учетом показателей урожайности за рассматриваемый временной период (таблица 18).

Таблица 18 – Урожайность многолетних трав на сено в Заринском районе, ц сухой массы/га (Алтайкрайстат, 2021)

2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Средняя урожайность

¹ Здесь и далее числами на картах-схемах обозначены ландшафтные местности в соответствии с легендой Ландшафтной карты Алтайского края (Цимбалей с соавт., 2016).

Потенциальная ценность пастбищных угодий оценивалась с учетом средней продуктивности естественных пастбищ в предгорьях Салаира (Залесовский район) по данным, полученным Е.А. Пятуниной (12,5 ц/га) (Пятунина, 2006).

Для расчета степени поедаемости травы на пастбищах были применены коэффициенты поедаемости пастбищной травы в лесостепной зоне (таблица 19).

Таблица 19 – Коэффициенты поедаемости пастбищной травы в лесостепной зоне (Парахин, Кобзев, Горбачев, 2006)

Типы угодий	Коэффициент поедаемости
равнинные, низинные, краткопоемные	0,6
Долгопоемные	0,7
Лесные	0,4
болотные луга и бурьянистые залежи	0,5

В качестве стоимостного эквивалента использования пастбищ также была выбрана стоимость 1ц сена, рассчитанная ранее.

Расчет потенциальной ценности пастбищ производился по формуле (5):

$$C_i = (S_i \times p \times K_i \times C_{\text{сена}}); \quad (5)$$

Где i – номер местности; C – потенциальная ценность пастбищ, **рубруб./га/год**; S_i – площадь пастбищ в границах местности, га; p – продуктивность естественных пастбищ, ц/га; K – коэффициент поедаемости пастбищной травы, $C_{\text{сена}}$ – стоимость 1ц сена, руб.

Результаты проведенной оценки представлены на карте-схеме (рисунок 21).

Условные обозначения

Потенциальная ценность пастбищ, руб./га/год

- 0,47 - 8,37
- 8,38 - 84,68
- 84,69 - 217,82
- 217,83 - 319,13
- 319,14 - 479,64

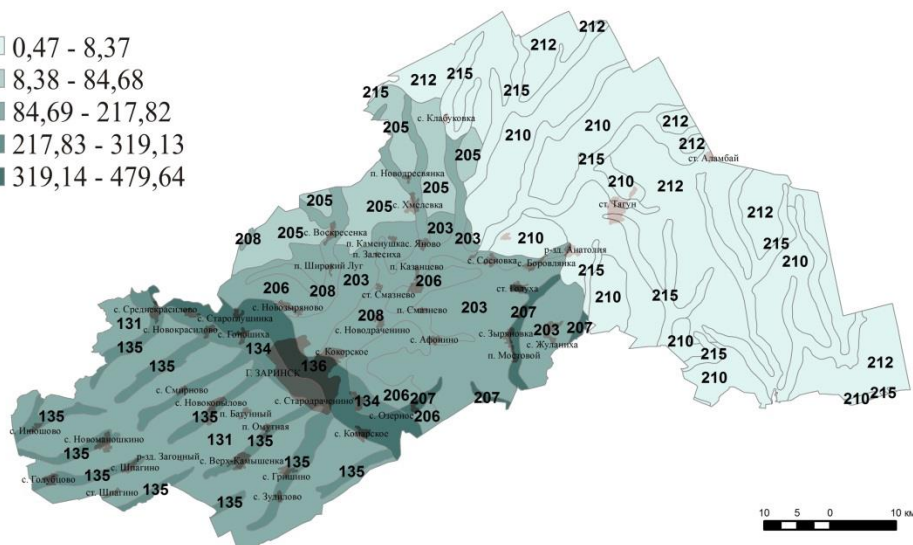


Рисунок 21 – Потенциальная ценность использования пастбищ в границах местностей на территории Заринского района, руб./га/год

Таким образом, наиболее ценными пастбищными угодьями в районе являются долины некрупных рек и р. Чумыш в Верхнеобской провинции, в которых пастбища занимают значительную долю площади (14,9-26,9%). Однако следует отметить, что использование таких угодий в полной мере может привести к загрязнению небольших рек, протекающих на территории. Наименее ценные пастбищные угодья – в лесной Салаирской провинции и на севере Предсалаирской провинции, в которой также отмечается высокая лесистость.

Потенциальная ценность пахотных угодий рассчитывалась исходя из данных кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения, которая учитывает интегральные характеристики плодородия почв, их технологические свойства и местоположение.

В границах каждой местности пропорционально было выбрано по три ключевых участка пахотных земель, для которых проведено межевание и определена кадастровая стоимость. Данные о кадастровой стоимости участков были получены с использованием публичной кадастровой карты Алтайского края. Далее для каждой местности была определена средняя кадастровая стоимость 1 га пахотных угодий (таблица 20).

Таблица 20 – Расчет средневзвешенной кадастровой стоимости пахотных угодий в границах ландшафтных местностей на территории Заринского района

Провинции	Номер местности	Кадастровый номер ключевого участка пашни	Площадь ключевого участка, га	Кадастровая стоимость, руб.	Кадастровая стоимость 1 га пашни, руб.	
Севернолесостепная подпровинция Верхнеобской провинции	131	22:13:020004:1391	567	8958600	15800	
		22:13:130007:34	67,02	1011990	15100	
		22:13:050003:585	23,4	519480	22200	
	Средневзвешенная стоимость в границах местности					15956
	134	22:13:060005:1228	52,52	913848	17400	
		22:13:090008:469	29,8	786720	26400	
		22:13:000000:44	118,8	2209679	18600	
	Средневзвешенная стоимость в границах местности					19442
	135	22:13:050003:567	444,6	9870120	22200	
		22:13:120007:865	312,49	5781028	18500	
		22:13:060005:1227	144,01	2505751	17400	
	Средневзвешенная стоимость в границах местности					20150
	136	22:13:090009:1004	186,25	4917000	26400	
		22:13:090009:1098	13,03	242401	18603	
		22:13:090009:1113	139,4	3680160	26400	
	Средневзвешенная стоимость в границах местности					26100
	Предсалаирская провинция	203	22:13:160007:135	293,04	3721529	12700
			22:13:190004:5	30,42	459350	15100
			22:13:070002:633	221,2	5485760	24800
Средневзвешенная стоимость в границах местности					17748	
205		22:13:030002:675	132,97	2034433	15300	
		22:13:180004:29	11,6	175160	15100	
		22:13:030002:690	173,64	2656664	15300	
Средневзвешенная стоимость в границах местности					15293	
206		22:13:110014:23	33,2	551047	16598	
		22:13:110015:1479	395,98	7365157	18600	
		22:13:100006:1923	30,2	561720	18600	
Средневзвешенная стоимость в границах местности					18455	
207		22:13:070002:317	221,2	5485760	24800	
		22:13:080004:1633	324,14	6029043	18600	
		22:13:080004:1635	39	725400	18600	
Средневзвешенная стоимость в границах местности					20947	
208		22:13:110014:605	26,19	434809	16602	
		22:13:030002:675	132,96	2034433	15301	

		22:13:160006:1192	40,2	747720	18600
	Средневзвешенная стоимость в границах местности				16137
Салаирская провинция	210	22:13:160006:1175	134	1701800	12700
		22:13:160006:1161	26,8	340360	12700
		22:13:160006:1190	67	1246200	18600
	Средневзвешенная стоимость в границах местности				14435
	212	–	–	–	–
	215	22:13:180004:727	7,67	115820	15100
		22:13:180004:29	11,6	175160	15100
		22:13:180004:1295	2,5	46500	18600
Средняя стоимость в границах местности				15502	

Расчет потенциальной ценности пахотных угодий проводился также с учетом залежи, так как проблематично определить территории, которые не использовались в конкретном году, путем произведения средней кадастровой стоимости 1 га угодий на площадь угодий.

Результаты проведенной оценки представлены на карте-схеме (рисунок 22).

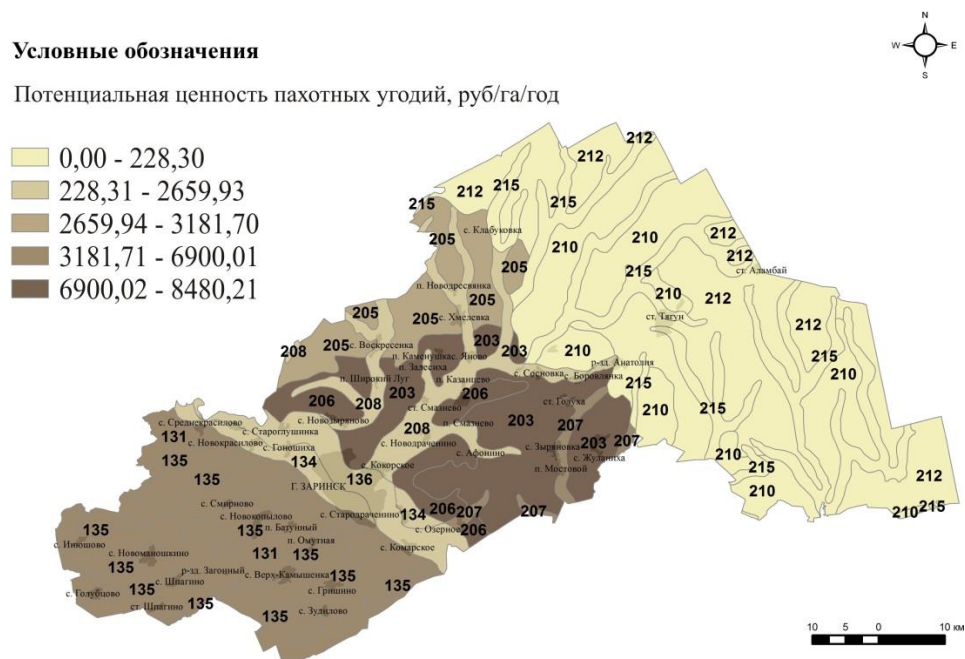


Рисунок 22 – Потенциальная ценность использования пахотных угодий в границах местностей на территории Заринского района, руб./га/год

Наиболее высокая потенциальная ценность пахотных угодий отмечена в луговых местностях Верхнеобской и Предсалаирской провинций, которые являются наиболее распаханными в районе. Кроме того, в данных ландшафтных местностях отмечена и высокая удельная кадастровая стоимость пахотных угодий (более 20 тыс. руб./га).

Наименее ценные пахотные угодья – долина р. Чумыш и территория Салаирской провинции, в которых распашка затруднительна.

Индикатором экосистемных услуг по регулированию климата была выбрана ценность депонирования атмосферного углерода. Это связано с тем, что в последнее десятилетие международное сообщество прикладывает определенные усилия по внедрению учета регулирующих экосистемных услуг в экономические механизмы природопользования, в частности, это относится к услугам по регулированию климата, а именно – к учету связывания и накопления атмосферного углерода в экосистемах. Рыночные механизмы в данном случае, как правило, выражены в создании так называемых «бирж торговли углеродом» (carbon markets), на которых осуществляется торговля квотами на выброс CO₂ в атмосферу промышленными предприятиями. Важную роль в развитии бирж торговли углеродом играют такие международные организации, как «Региональная инициатива по сокращению выбросов парниковых газов» (RGGI), «Международное партнерство в области борьбы с выбросами» (ICAP) и др. В настоящее время такие биржи функционируют в США, Канаде, Китае, странах ЕС, Корее и Новой Зеландии.

Тем не менее, сложность оценки ценности регулирующих экосистемных услуг приводит к тому, что многие исследования, посвященные этому вопросу, либо носят локальный характер и основаны на использовании услуг конкретным получателем (часто – промышленным, сельскохозяйственным или рекреационным предприятием), либо продолжают глобальные оценки с целью повышения осведомленности общества о ценности жизнеобеспечивающих функций и необходимости перехода к устойчивому развитию (Ash, Blanco, Garcia, Tomich, Vira, Brown, Zurek, 2010). При этом, на практике социально-экономическая составляющая использования регулирующих экосистемных услуг территории, как правило, представлена всей совокупностью производственных связей и социальных последствий хозяйственной деятельности, которые существуют и проявляются в региональном масштабе. R. Turner и G. Daily также отмечают, что нехватка информации в масштабах, имеющих отношение к принятию решений,

является одной из основных проблем реализации концепции экосистемных услуг (Turner, Daily, 2008).

Таким образом, существует необходимость в создании методики, которая позволяла бы оценивать услуги по регулированию климата в региональном масштабе с целью совершенствования структуры землепользования и разработки стратегии пространственного развития, при которой в регионе не ухудшалось бы со временем качество жизнеобеспечивающих функций экосистем.

Оценки экосистемных услуг, основанные на стоимости эмиссии углерода на биржах, на данный момент проводятся, но недостаточно распространены. Особый интерес представляют работы К. Р. Ричардса, К. Стокс, (США), П. Смитта (Великобритания) (Moulton, Richards, 1990), А.В. Неверова (2013) и Е.А. Волковой (2006) (Беларусь). Однако, чаще всего, оценки проводятся исследователями по результатам разных бирж или в разное время, что вызывает сложности в сравнении их результатов. Для получения более объективных, сопоставимых между собой результатов оценок, нами использована средневзвешенная цена на мировых биржах торговли углеродом.

Для определения средневзвешенной мировой цены эмиссии 1 тонны углекислого газа в атмосферу были проанализированы данные о стоимости и объемах реализации углеродных квот на существующих мировых биржах за 2018 год (Таблица 21).

Таблица 21 – Уровень цен и объемы реализации на существующих биржах торговли углеродом в 2018 году

Биржи торговли углеродом	Стоимость эмиссии тонны CO ₂	Объем реализации квот в 2017 году, млн. тонн	Сумма реализации в 2018 году, млн долл.	Дата отчета	Источник
Калифорния-Квебек	USD 14,61	417,26	6096,17	21.02.2019	Калифорнийский совет по воздушным ресурсам (California Cap-and-Trade Program)
Пилотные проекты СТВ Китая				19.04.2019	Европейская энергетическая биржа (ICAP)
- Пекин	CNY 47,10 (USD 7,50)	46	345,00		

- Чунцин	CNY 24,00 (USD 3,82)	100,4	383,53		
- Гуаньдун	CNY 13,58 (USD 2,16)	422	911,52		
- Шанхай	CNY 39,00 (USD 6,21)	156	968,76		
- Хубэй	CNY 15,99 (USD 2,55)	257	655,35		
- Шенчжень	CNY 43,12 (USD 6,87)	31,45	216,06		
- Тяньцзинь	CNY 8,51 (USD 1,36)	160	217,60		
- Фуцзянь	CNY 19,45 (USD 3,10)	200	620,00		
СТВ ЕС	EUR 13,99 (USD 17,30)	1839	31814,70	19.04.2019	Европейская энергетическая биржа (EUA)
Корея	KRW 22,00 (USD 20,66)	538,5	11125,41	20.04.2019	Корейская биржа (Global KRX)
Новая Зеландия	NZD 21,35 (USD 15,58)	41,7	649,69	20.04.2019	OMF CommTrade Новая Зеландия (CommTrade Carbon)
Онтарио	CAD 18,44 (USD 14,60)	136	1985,60	21.02.2019	Онтарио, Министерство окружающей среды и изменения климата (RGGI Inc.)
RGGI	USD 3,79	82,3	311,92	14.03.2019	RGGI Inc.
Швейцария	CHF 8,00 (USD 8,25)	5,1	42,08	06.03.2019	Швейцарский реестр торговли выбросами (Emission trading registry)
Всего, Мт CO2	4432,71				
Сумма реализации, млн. \$	56343,3761				
Средневзвешенная цена, долл./тонна	12,71				
Средневзвешенная цена, руб./тонна, по курсу доллара на 06.11.2019	839,75				

Полученная средневзвешенная стоимость эмиссии тонны углекислого газа весьма эластична и является объективной только для конкретного временного периода, при её использовании в дальнейших оценках экосистемных услуг необходимо это учитывать. Полученное значение средневзвешенной цены было использовано в качестве основы для получения стоимостных показателей

экосистемных услуг, с учётом способности различных экосистем к связыванию атмосферного углерода (Таблица 22).

Таблица 22 – Способность различных экосистем к депонированию углекислого газа (с упрощениями) (Dolman et. al., 2012)

Тип угодий	Объем, т/ га
Леса	0,84
Болота	0,37
Луга	1,19
Пашня и пастбища	0,17
Залежи	0,22
Гари	-0,88
Прочие земли, включая воды	-0,12

Положительные величины в таблице означают сток углерода из атмосферы, отрицательные – источник его поступления в атмосферу.

Для проверки объективности использованных данных о способности различных экосистем к депонированию углерода, мы провели их сравнение с данными исследований в России и Беларуси, рассчитав коэффициент вариации для показателя связывания углерода лесными экосистемами (таблица 23).

Таблица 23 – Расчет коэффициента вариации

Показатели	Депонирование углерода лесаами т/га/год	$(x - x_{cp})$	$(x - x_{cp})^2$
	0,705 (Неверов, 2013)	-0,1077	0,0116
	0,893 (Волкова, 2006)	0,0803	0,0065
	0,84 (использованные данные)	0,0273	0,0007
Среднее арифметическое значение	0,81		
Средний квадрат разности	0,0062		
Среднее квадратическое отклонение	0,08		
Коэффициент вариации	9,74		

Коэффициент вариации равен 9,74%, что говорит о слабой вариативности ряда и подтверждает сопоставимость данных.

Стоимость услуг депонирования углерода экосистемами рассчитывалась с помощью формулы (6):

$$C_i = \sum(C_{\text{ср.взв.}} \times K_{\text{деп}}(i) \times S_i) \quad (6)$$

Где i – тип земельных угодий, C – стоимость услуг по депонированию углерода, $C_{\text{ср.взв.}}$ – средневзвешенная стоимость эмиссии углерода на биржах (руб./тонну), $K_{\text{деп}}(i)$ – способность угодий i к депонированию углерода из атмосферы (тонн/год), S_i – площадь угодий i , (га).

Для проверки объективности полученных данных было проведено сравнение вычисленной средневзвешенной цены эмиссии атмосферного углерода на примере лесных экосистем с данными, полученными другими исследователями (Таблица 24).

Таблица 24 – Сопоставление данных стоимостных оценок депонирования углерода лесными экосистемами

Территория	Стоимость поглощения CO ₂ , долл. /га /год	Источник данных
США	9-41	Moulton and Richards (1990)
Штат Мэн (США)	10,25-47,5	lantinga and Mauldin (2000)
Ландшафтный заказник местного значения «Ветеревичский» (Минская область, Республика Беларусь)	50,6	А.В. Неверов, Белорусский государственный технический университет (2013)
Московская область	8,93	Волкова Е.А. Центр экологических исследований АН РБ (2006)
Алтайский край	705, 39 RUR (9,68 USD)	Назаренко А.Е. ИВЭП СО РАН (2019)

Результаты оценки, полученные разными исследователями в разное время, значительно различаются, что вызвано как разными используемыми показателями депонирования углерода экосистемами, так и разными источниками данных о ценах эмиссии углекислого газа в атмосферу. Однако, полученные нами данные сопоставимы с результатами большинства исследователей, что говорит о целесообразности применения для подобных расчетов актуальной средневзвешенной цены эмиссии тонны углекислого газа на мировых биржах торговли углеродными квотами.

Первым этапом оценки услуг по регулированию климата в Заринском районе выступил расчет объемов депонирования углерода различными земельными

угодьями. Для лесных экосистем в оценках были учтены такие показатели, как состав насаждений в лесничествах, распределение насаждений по группам возраста, а также объемы годового депонирования углерода по группам пород и возрастным группам (таблицы 25-27).

Таблица 25 – Распределение хвойных древесных пород по группам возраста в 2018 году, % (Лесной план...,2019)

Лесничества	Молодняки (1)	Средневозрастные (2)	Приспевающие (3)	Спелые и перестойные (4)
Озерское	3,13	45,75	34,56	16,56
Тогульское	30,33	18,83	28,27	22,57
Тягунское	20,20	7,70	37,42	34,68

Таблица 26 – Распределение мягколиственных древесных пород по группам возраста в 2018 году, % (Лесной план..., 2019)

Лесничества	Молодняки (1)	Средневозрастные (2)	Приспевающие (3)	Спелые и перестойные (4)
Озерское	1,89	59,13	18,64	20,34
Тогульское	12,69	21,71	27,51	38,09
Тягунское	11,32	24,49	9,07	55,12

Таблица 27 – Объемы годового депонирования атмосферного углерода по группам пород и возрастным группам, т/га/год (по данным А.С. Исаева с соавт., 1993)

Хвойные				Мягколиственные			
Молодняки	Средневозраст ные	Приспевающие	Спелые и перестойные	Молодняки	Средневозраст ные	Приспевающие	Спелые и перестойные
0,91	0,23	0,10	0,02	1,37	0,59	0,65	0,11

Для каждой породы в каждом лесничестве расчет объема депонирования углерода производился следующим образом (7):

$$D_i = P_i \times a_i \times \sum_{(1)}^{(4)} ((w \div 100) \times dep); \quad (7)$$

где D_i – депонирование атмосферного углерода, тонн/год; P_i – площадь лесов в границах местностей, га; a_i – доля породы в составе насаждений, (1)-(4) – возрастные группы насаждений, w – доля возрастной группы в площади

насаждений, % (таблицы 29-30); dep – объемы годового депонирования атмосферного углерода по группам пород и возрастным группам, т/га/год (таблица 31).

Результаты проведенной оценки представлены в таблице (таблица 28).

Таблица 28 – Депонирование атмосферного углерода лесными экосистемами в границах ландшафтных местностей на территории Заринского района, тонн/год

Провинции	Номер местности	Озерское лесничество (7С2Б1Ос)				Тогульское лесничество (7Ос1Б2П)				Тягунское лесничество (5Ос3Б2П)			
		Сосна (0,7)	Береза (0,2)	Осина(0,1)	Сумма	Осина(0,7)	Береза(0,1)	Пихта(0,2)	Сумма	Осина(0,5)	Береза(0,3)	Пихта(0,2)	Сумма
Верхнеобская	131	201,7	172,9	86,5	461,1	0,0	0,0	0,0	0,0	5063,7	3038,2	1196,9	9298,8
	134	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	797,9	478,8	188,6	1465,3
	135	33,9	29,1	14,6	77,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2216,1	1329,7	523,9	4069,7
	136	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	872,4	523,4	206,2	1602
Предсалайрская	203	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2418,5	1451,1	571,7	4441,3
	205	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3352,8	2011,7	792,5	6157
	206	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	829,7	497,8	196,1	1523,6
	207	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	227,2	136,3	53,7	417,3
	208	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2831,1	1698,7	669,2	5199
Салайрская	210	0,0	0,0	0,0	0,0	4735,2	676,4	916,6	6328,3	1102,9,4	6617,7	2607,2	2025,4,2
	212	0,0	0,0	0,0	0,0	7467,2	1066,8	1445,5	9979,5	1620,4,4	9722,7	3830,4	2975,7,6
	215	0,0	0,0	0,0	0,0	4710,8	673	911,9	6295,7	9367,2	5620,3	2214,2	1720,1,7

Для нелесных экосистем оценка объемов годового депонирования углерода производилась с использованием данных ИААА (Dolman, 2012) по формуле (9):

$$D_i = P_i \times dep_{IIASA}; \quad (9)$$

где i – номер местности; D – депонирование атмосферного углерода, тонн/год; P – площадь угодий в границах местности, га; dep_{IIASA} – объемы годового депонирования атмосферного углерода по данным ИААА, т/га/год.

Стоимость экосистемных услуг рассчитывалась путем произведения полученного объема депонирования на рассчитанную средневзвешенную стоимость тонны эмиссии углерода на мировых биржах.

По причине разной площади ландшафтных местностей на территории района, для получения сопоставимых результатов были использованы удельные показатели (руб./га/год).

С помощью программного обеспечения ArcGIS 10.1 была составлена карта-схема распределения продуктивности экосистемной услуги (рисунок 23).

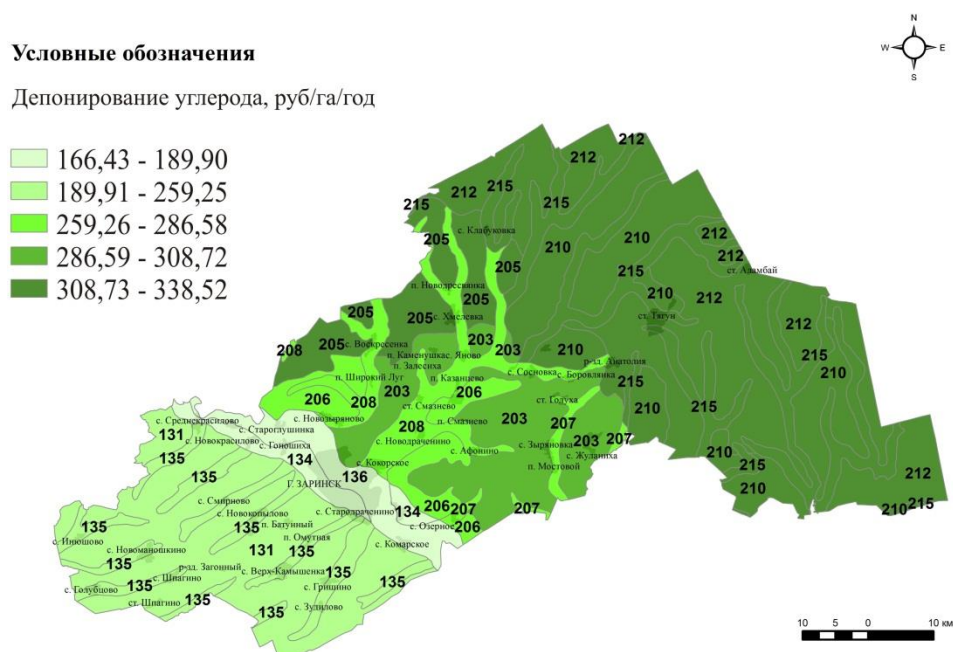


Рисунок 23 – Продуктивность экосистемной услуги по депонированию атмосферного углерода в границах местностей на территории Заринского района, руб./га/год

В Заринском районе леса создают 68% от общей ценности услуг по депонированию атмосферного углерода. Важную роль в формировании ценности данной экосистемной услуги играют сенокосы (17,34%), а также пашня и залежь (11,09%). В направлении с запада на восток на территории района повышается доля сенокосов в структуре землепользования, что влияет на увеличение ценности экосистемной услуги.

Оценка услуг эстетической привлекательности ландшафтов (аттрактивности) проводилась для местностей, в которых существуют условия для развития рекреации и туризма. В настоящее время, как указано выше, в районе существуют

две развивающиеся туристические организации с местами размещения – ИП Кондратьев А.В. (с. Голубцово) и ООО «Фриз» (ст. Тягун).

Расчет ценности экосистемных услуг выполнялся следующим образом (8):

$$At_i = PQ_i \div S_i \quad (8)$$

где i – номер местности; At – аттрактивность ландшафтов, руб./га/год; PQ – среднегодовая выручка туристических организаций/баз отдыха на территории местности, руб./год; S – площадь местности, га.

С учетом расположения туристических организаций и их среднегодовой выручки за 2018-2020 гг., получены значения ценности экосистемных услуг аттрактивности ландшафтов (рисунок 24).

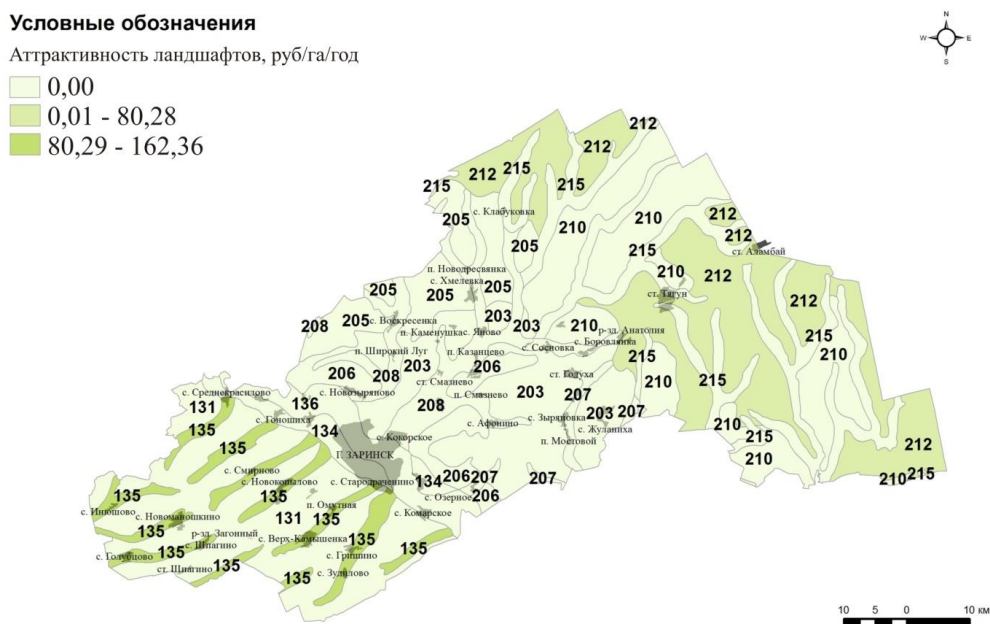


Рисунок 24 – Ценность экосистемных услуг аттрактивности ландшафтов в границах местностей на территории Заринского района, руб./га/год

Ценность на территории района имеют местности, приуроченные к живописным склонам, пригодным для занятия экстремальными видами спорта, а также живописные ландшафты черневой тайги в восточной части района.

При этом, следует отметить, что и другие местности в границах района обладают эстетической привлекательностью, однако, в связи с тем, что экосистемные услуги представляют собой взаимодействие природного, социального и инфраструктурного капитала, при отсутствии организованной

хозяйственной деятельности и отсутствии получателя услуг их ценность не возникает.

Оценки экосистемных услуг редких видов растений и животных, а также охотничьих животных, проводились в 4 этапа для трёх местностей Салаирской провинции, в границах которых на территории района существует участок национального парка «Салаир». Выбор данных местностей, прежде всего, обусловлен тем, что на территории национального парка осуществляется охрана редких видов растений, животных и их местообитаний, производится учет. В качестве исходных данных были использованы материалы Комплексного экологического обоснования ООПТ «Национальный парк «Салаир»», выполненного в 2019 году.

На первом этапе была проведена оценка экосистемных услуг редких видов животных. В связи с единичными находками некоторых редких видов животных, расчет произведен только для видов с наибольшей численностью и постоянным обитанием на территории района.

Расчеты производились по формуле (9):

$$V_{\text{ожм}(an)} = N_{an} \times HC_{an} \times K_{\text{ит}} \quad (9)$$

где an – редкие и исчезающие виды животных на территории; $V_{\text{ожм}}$ – размер вреда, причиненного объектам животного мира, руб./год; N – количество особей на территории, ед.; HC – такса стоимости объектов животного мира данного вида, руб./ед. (Приказ Минприроды от 28.04.2008 № 107); $K_{\text{ит}}$ – коэффициент инфляции по отношению к предыдущему году (для 2020 года $K_{\text{ит}} = 1,0491$).

Результаты расчетов представлены в таблице (таблица 29).

Таблица 29 – Стоимость предотвращенного ущерба редким видам животных на территории Заринского района в границах национального парка «Салаир»

Виды	Численность особей	Плотность, особей/га	Численность особей в районе	Такса ущерба за особь, руб.	ЭУ с учетом инфляции, тыс. руб.
Черный аист – <i>Ciconia nigra</i>	20	0,00012413	1	50000	52,455
Сапсан – <i>Falco peregrinus</i>	20	0,00012413	1	600000	629,46

Хохлатый осоед – <i>Pernis ptilorhynchus</i>	30	0,00018619	2	40000	83,928
Речная выдра – <i>Lutra lutra</i>	22	0,00013654	1	130000	136,383
Итого					902,226

На втором этапе была проведена оценка редких и исчезающих видов растений. Оценка была проведена по кандыку сибирскому и липе сибирской, занесенным в Красную книгу РФ, опираясь на материалы комплексного экологического обоснования ООПТ и в связи с тем, что вся территория ООПТ является потенциальным местообитанием кандыка сибирского, а для липы сибирской известна площадь компактного произрастания – 60 га в Удинском урочище (окрестности бывшей деревни Удинск, ликвидированной в 2000 году).

Расчеты производились по формуле (10):

$$V_{\text{орм}(p)} = S_p \times HC_p \times K_{\text{ит}} \quad (10)$$

где p – редкие и исчезающие виды растений на территории; $V_{\text{орм}}$ – размер вреда, причиненного объектам растительного мира, руб./год; S – площадь произрастания видов на территории, ед.; HC – такса стоимости 1 га произрастания редких видов растений руб./га (Приказ Минприроды от 01.08.2011 № 658); $K_{\text{ит}}$ – коэффициент инфляции по отношению к предыдущему году.

Результаты расчетов представлены в таблице (таблица 30).

Таблица 30 – Стоимость предотвращенного ущерба редким видам растений на территории Заринского района в границах национального парка «Салаир»

Виды	Площадь местообитаний, га	Такса, руб./га	ЭУ с учетом инфляции, тыс.руб.
Кандык сибирский – <i>Erythronium sibiricum</i>	9872,9	450000	4660946,72
Липа сибирская – <i>Tilia sibirica</i>	60	450000	28325,70
Итого			4689272,42

Общая ценность редких видов растений и животных, по результатам расчетов, составила 4690,17 млн. руб. Общая площадь местностей в районе, в границах которых существует участок национального парка «Салаир» – 226,62 тыс. га, что позволяет вычислить ценность редких видов растений и животных на территории данных местностей – 20695,85 руб./га/.

Третий этап оценки – оценки популяций видов охотничьих животных и птиц, проводился по данным ежегодного учета охотничьих животных Управления охотничьего хозяйства Алтайского края, для двух охотхозяйств, расположенных на территории района – Заринская РОООиР и ООО «Тайга».

Расчет производился для охотхозяйств отдельно по формуле (11):

$$Y_i = (\sum_1^{an}(T_{an} \times K \times N_{an}) \div S_h) \times S_{hi} \quad (11)$$

где i – номер местности; Y – стоимость охотничьих животных, руб./год; an – виды охотничьих животных и птиц на территории; T – такса для исчисления размера вреда, причиненного охотничьим животным, руб./ед. (Приказ Минприроды от 08.12.2011 № 948); K – повышающий коэффициент для незаконной охоты ($K=3$); N – численность охотничьих животных на территории охотничьего хозяйства, ед.; S_h – площадь охотничьего хозяйства, га; S_{hi} – площадь охотничьих угодий в границах местности, га.

Результаты расчета представлены в таблицах (таблицы 31-32).

Таблица 31 – Ценность охотничьих ресурсов на 1 га охотничьих угодий на территории Заринского района

Виды	Численность		Такса, руб./особь	Стоимость, тыс. руб.	
	Заринская РОООиР	ООО «Тайга»		Заринская РОООиР	ООО «Тайга»
Белка	332	0	500	498	0
Волк	9	3	200	5,4	1,8
Заяц беляк	2565	2998	1000	7695	8994
Заяц русак	66	19	1000	198	57
Колонок	76	27	500	114	40,5
Косуля сибирская	159	509	40000	19080	61080
Куница	1	20	6000	18	360
Лисица	222	221	200	133,2	132,6
Лось	267	633	80000	64080	151920
Олень благородный	0	72	70000	0	15120
Росомаха	0	7	15000	0	315
Рысь	22	17	40000	2640	2040
Рябчик	16575	13814	600	29835	24865,2
Тетерев	10212	7064	2000	61272	42384
Медведь	74	102	60000	13320	18360
Барсук	1111	1364	12000	39996	49104

Сурок	945	1357	6000	17010	24426
Утки	7237	13878	600	13026,6	24980,4
Итого, тыс. руб.				268921,2	424180,5
Площадь охотничьих угодий, га				201346	307528
Ценность ЭУ, руб./га/год				1335,62	1379,32

Расчет для охотничьих хозяйств ценности охотничьих ресурсов на 1 га угодий, была определена их ценность для каждой местности (таблица 32).

Таблица 32 – Ценность охотничьих ресурсов в границах местностей на территории Заринского района, руб./год

Провинции	Номер местности	Площадь охотничьих угодий в границах местности, га		Стоимость охотничьих животных, тыс. руб./год
		Заринская РОООиР	ООО «Тайга»	
Верхнеобская провинция	131	0,00	82344,35	113579,47
	134	0,00	7406,10	10215,41
	135	0,00	26049,91	35931,24
	136	2260,39	10966,64	18145,56
	Среднее значение	2260,39	126767,00	177871,68
Предсалаирская провинция	203	19504,52	35298,21	74738,21
	205	28798,25	0,00	38463,44
	206	11625,45	8444,32	27174,60
	207	12,21	4907,55	6785,41
	208	27689,66	709,87	37961,93
	Среднее значение	87630,09	49359,95	185123,59
Салаирская провинция	210	41734,40	26090,53	91728,46
	212	38844,27	59613,60	134107,50
	215	28300,78	30606,42	80015,16
	Среднее значение	108879,45	116310,55	305851,11

Результаты трех этапов оценки – ценность редких видов животных, растений и ценность охотничьих животных, были суммированы, после чего была рассчитана удельная ценность генетических ресурсов редких видов растений и животных, промысловых видов, с использованием следующего алгоритма (12):

$$GR_i = \frac{(B_{ожм} + B_{орм})}{S_i(оопт)} + Y_i \div S_i \quad (12)$$

где i – номер местности; GR_i – генетические ресурсы редких видов растений и животных, промысловых видов в границах местности, руб./га/год; $B_{ожм}$ – размер вреда, причиненного объектам животного мира, руб./год; $B_{орм}$ – размер вреда,

причиненного объектам растительного мира, руб./год; $S_{i(ООПТ)}$ – площадь местностей, в границах которых организован национальный парк «Салаир», га; Y – стоимость охотничьих животных, руб./год; S_i – площадь местности, га.

Результаты расчетов представлены в таблице (таблица 33).

Таблица 33 – Ценность редких видов растений и животных, промысловых видов в границах местностей на территории Заринского района, руб./га/год

Провинции	Номер ландшафта	Площадь, га	Стоимость охотничьих животных, тыс. руб./год	Стоимость охотничьих животных, руб./га/год	ЭУ редких видов растений и животных, руб./га/год	Итого, руб./га/год
Верхнеобская провинция	131	83360,30	113579,47	1362,51	0,00	1362,51
	134	10319,26	10215,41	989,94	0,00	989,94
	135	28003,61	35931,24	1283,09	0,00	1283,09
	136	18404,66	18145,56	985,92	0,00	985,92
	Среднее значение	140087,83	177871,68	1269,72	0,00	1269,72
Предсалаирская провинция	203	56112,09	74738,21	1331,94	0,00	1331,94
	205	28798,95	38463,44	1335,58	0,00	1335,58
	206	20530,93	27174,60	1323,59	0,00	1323,59
	207	5536,34	6785,41	1225,61	0,00	1225,61
	208	30881,62	37961,93	1229,27	0,00	1229,27
	Среднее значение	141859,93	185123,59	1304,97	0,00	1304,97
Салаирская провинция	210	68003,50	91728,46	1348,88	20695,85	22044,73
	212	99176,19	134107,50	1352,21	20695,85	22048,07
	215	59444,18	80015,16	1346,06	20695,85	22041,91
	Среднее значение	226623,87	305851,11	1349,60	20695,85	22045,45

С использованием полученных данных (таблица 33) была составлена карта-схема ценности генетических ресурсов редких видов растений и животных, промысловых видов (рисунок 25).

Условные обозначения

Генетические ресурсы редких видов растений и животных,

промысловых видов, руб./га/год

■ 985,92 - 989,93

■ 989,94 - 1229,27

■ 1229,28 - 1283,09

■ 1283,10 - 1362,51

■ 1362,52 - 22048,07

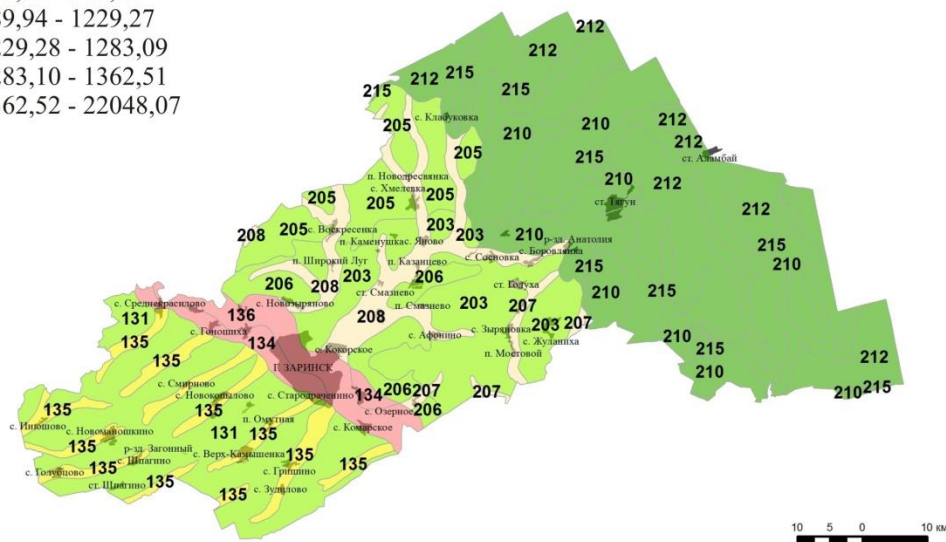


Рисунок 25 – Ценность генетических ресурсов редких видов растений и животных, промысловых видов в границах местностей на территории Заринского района, руб./га/год

Наиболее высокая ценность генетических ресурсов редких видов растений и животных, промысловых видов отмечена на территории местностей Салаирской провинции, по причине расположения в границах данных местностей участков национального парка «Салаир», в котором охраняются популяции редких видов растений и животных, а также их местообитания.

При этом, наименее ценные в данном отношении – приречные долины Верхнеобской и Предсалаирской провинций, в которых площади охотничьих угодий незначительны. Это, прежде всего, связано с тем, что на данных территориях пролегают основные транспортные пути района (железнодорожные и автомобильные), а также расположена большая часть населенных пунктов.

Из группы обеспечивающих экосистемных услуг наиболее ценны в районе услуги пахотных угодий. Прежде всего, это связано с тем, что пахотные угодья обеспечивают производство продуктов питания, что является одной из первоочередных потребностей общества.

Однако, из всех рассмотренных экосистемных услуг наиболее ценными в районе являются генетические ресурсы редких видов животных и растений, а также охотничьих животных. Такие результаты связаны как с использованием затратного

подхода на основе утвержденных методик Минприроды, так и с тем, что восстановление ценных промысловых и редких видов животных и растений в случае сокращения их численности чрезвычайно затратно.

В границах ландшафтных провинций на территории района распределение ценности экосистемных услуг выглядит следующим образом (таблица 34).

Таблица 34 – Продуктивность обеспечивающих экосистемных услуг в границах ландшафтных провинций на территории Заринского района, руб./га/год

Провинция	Прирост древесины, недревесных и пищевых ресурсов леса, руб./га/год	Прирост многолетних трав на сено, руб./га/год	Потенциальная ценность пастбищ, руб./га/год	Потенциальная ценность пахотных угодий, руб./га/год	Депонирование углерода, руб./га/год	Аттрактивность ландшафтов, руб./га/год	Генетические ресурсы редких видов растений и животных, промысловых видов, руб./га/год
Верхнеобская	210,41	237,35	234,75	5762,38	241,79	32,46	1269,72
Предсалайрская	213,37	476,23	177,34	5832,76	303,46	0,00	1304,97
Салайрская	635,9	11,97	3,85	72,48	337,18	35,13	22045,45
В среднем по району	400,84	203,55	115,84	3246,54	301,50	24,60	10537,39

Тёмно-серым цветом в таблице выделены ячейки с максимальными значениями ценности экосистемных услуг в районе, светло-серым – значения ценности экосистемных услуг выше среднего по району.

Территория каждой провинции в масштабах района является наиболее ценной с точки зрения оказания одной или нескольких экосистемных услуг:

Верхнеобская провинция – пастбищные угодья;

Предсалаирская провинция – прирост многолетних трав на сено, ценные пахотные угодья;

Салаирская провинция – прирост древесины, недревесных и пищевых ресурсов леса, депонирование углерода, аттрактивность ландшафтов, генетические ресурсы редких видов растений и животных, промысловых видов.

В целом, наибольшая ценность экосистемных услуг в районе отмечена в наименее измененной хозяйственной деятельностью Салаирской провинции, где все ценные экосистемные услуги обеспечиваются лесами, в том числе леса обеспечивают привлекательность для туристов, местообитания редких и охотничьих видов животных и растений, прирост древесины и депонирование атмосферного углерода.

На границе равнинной и горной физико-географических стран наблюдается резкое изменение структуры ценности экосистемных услуг. Буферной зоной в данном случае выступает Предсалаирская провинция, на территории которой сочетаются характеристики структуры ценности экосистемных услуг, характерной для Верхнеобской провинции и для Салаирской провинции.

Что касается общей структуры ценности экосистемных услуг в границах ландшафтных местностей на территории Заринского района, каждая местность является ценной с точки зрения предоставления ряда услуг (таблица 35). Серым цветом в таблице выделены значения ценности экосистемных услуг выше среднего по району.

Таблица 35 – Наиболее ценные экосистемные услуги в границах местностей на территории Заринского района

Ландшафтные провинции	Верхнеобская				Предсалаирская					Салаирская		
	131	134	135	136	203	205	206	207	208	210	212	215
Прирост древесины, недревесных и пищевых ресурсов леса										+	+	+
Прирост многолетних трав на сено	+		+		+	+	+	+	+			
Потенциальная ценность пастбищ	+	+	+	+	+		+	+	+			
Потенциальная ценность пахотных угодий	+		+		+		+	+				

Ценность депонирования углерода			+		+	+				+	+	+
Аттрактивность ландшафтов			+								+	
Генетические ресурсы редких видов растений и животных, промысловых видов										+	+	+

Исходя из полученных оценок, на территории Верхнеобской провинции возможна специализация на мясомолочном скотоводстве и пахотном земледелии, в Предсалаирской провинции – на пахотном земледелии и заготовке сена для сельскохозяйственных животных, в Салаирской провинции – на лесном хозяйстве.

При этом, в западной части района сельскохозяйственные угодья, непригодные для ведения пахотного земледелия, в большинстве случаев используются в качестве пастбищ, в центральной части района – в качестве сенокосов, что, на наш взгляд, связано с увеличением годового количества осадков при приближении к предгорьям в направлении с запада на восток.

С использованием полученных данных был разработан алгоритм расчёта величин прироста обеспечивающих и регулирующих благ экосистем или их сокращения в условиях изменения структуры землепользования. Схема реализации алгоритма представлена на рисунке (рисунок 26).

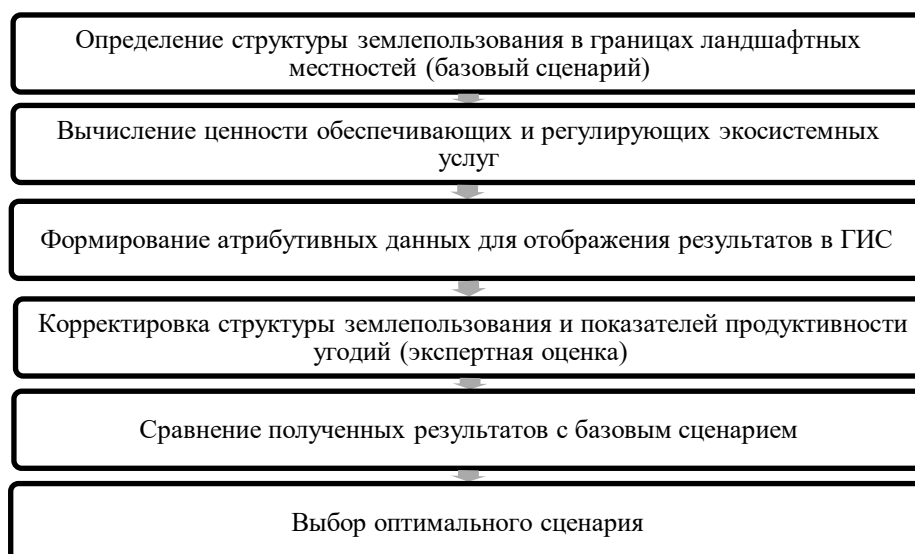


Рисунок 26 – Схема оценки сценариев изменения структуры землепользования границах местностей с учетом ценности экосистемных услуг

Разработанная схема позволяет прогнозировать последствия изменения структуры землепользования территории при разных сценариях с точки зрения изменения ценности экосистемных услуг. В дальнейшем смоделировано несколько сценариев оптимизации структуры землепользования и проведена их оценка с точки зрения изменения экосистемных благ.

3.2. Оценка вариантов оптимизации структуры землепользования в Заринском районе с позиций изменения ценности экосистемных услуг

Из разработанной методики оценки экосистемных услуг следует, что при увеличении площади освоенных территорий ценность их обеспечивающих услуг растет, так как увеличиваются общие объемы получаемой продукции сельского хозяйства. Однако, это утверждение не совсем верно. Так, как указывали Н.Ф. Реймерс и Ф.Р. Штильмарк, социально-экономическая ценность растет лишь до определенных пределов соотношения естественных и преобразованных экосистем (рисунок 27).

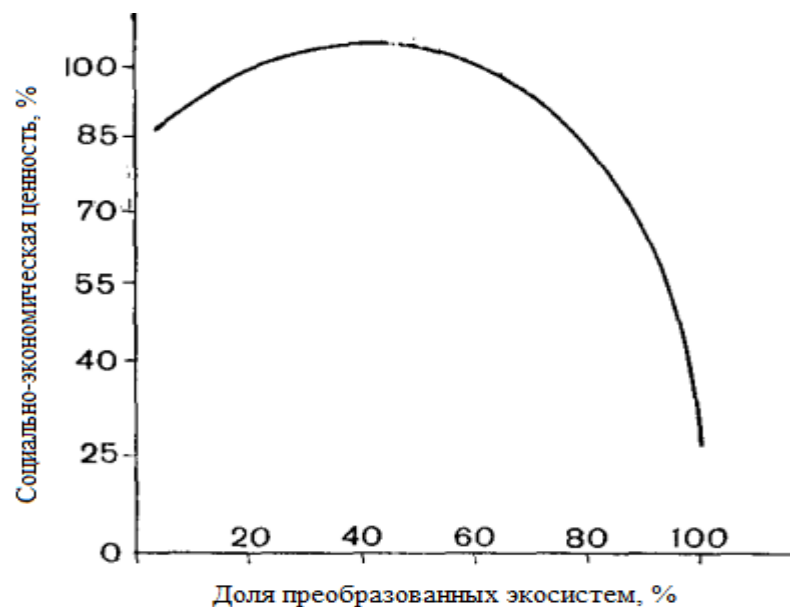


Рисунок 27 – Соответствие доли преобразованных экосистем достигаемой социально-экономической ценности по данным модельных расчетов Е. Р. Odum и Н. Т. Odum (Реймерс, Штильмарк, 1978)

Полная освоенность территории напротив, приводит к минимуму полезной продукции, максимум которой, в свою очередь, достигается при соотношении

освоенных и естественных экосистем 40/60 (для степных экосистем). Это связано с тем, что при увеличении доли освоенных экосистем снижается устойчивость и продуктивность ландшафтов и происходит их деградация.

Применяя данную закономерность к сельскохозяйственному землепользованию, к экологическим параметрам норм сельскохозяйственного воздействия относят долю пахотных угодий, долю кормовых угодий в общей площади сельскохозяйственных угодий и долю лесных площадей в общей площади территории. Показатель лесистости важен для определения степени защиты полей от эрозии – как указывал А.А. Молчанов (Молчанов, 1966), оптимальные значения лесистости в степной зоне, при распаханности территории до 70% составляют 25-30% (при распаханности выше 70%, как отмечал Н.Ф. Реймерс, (Реймерс, 1990) происходит деградация ландшафтов).

Сельское хозяйство в Заринском районе в настоящее время ведется в границах лесостепных Верхнеобской и Предсалаирской провинций.

Для степной и лесостепной зоны экологические параметры сельскохозяйственного воздействия на природные системы были структурированы И.В. Орловой и С.Н. Шарабариной по трудам В.В. Докучаева, А.А. Молчанова, Н.Ф. Реймерса, Н.И. Парфеновой и В.Е. Синещекова (таблица 36).

Таблица 36 – Экологические параметры сельскохозяйственного воздействия на природные системы в лесостепной зоне (Орлова, Шарабарина, 2016)²

Экологические параметры сельскохозяйственного воздействия	Оптимальные	В допустимых пределах	Критические
Доля естественных ландшафтов	≥35%	25-34,99%	<25%
Доля пашни в общей площади территории	≤35-40%	40,01-49,99%	≥50%
Доля кормовых угодий в площади сельхозугодий	40-45%	39,99-35,01%	≤35%
Доля лесных площадей в общей площади территории	25-30%	20,01-24,99%	≤20%

При этом, «естественные ландшафты» в данной классификации включают в себя леса, болота, а также пастбища и сенокосы, которые не используются систематически.

² В таблицах 36, 37 и 41 красным цветом выделены критические уровни параметров сельскохозяйственного воздействия, желтым – в допустимых пределах, зеленым – оптимальные.

Нами была проведена оценка структуры землепользования Заринского района в рамках ландшафтных провинций, в которых сложилась сельскохозяйственная специализация (Верхнеобская и Предсалаирская провинции) с учетом представленных экологических параметров (таблица 37).

Таблица 37 – Оценка экологических параметров сельскохозяйственного воздействия на территории Верхнеобской и Предсалаирской провинций в границах Заринского района, %

Провинции	Номер местности	Доля естественных ландшафтов	Доля пашни в общей площади территории	Доля кормовых угодий в площади сельхозугодий	Доля лесных площадей в общей площади территории
Верхнеобская	131	44,99	53,79	20,39	31,18
	134	56,89	14,85	55,66	37,18
	135	60,99	32,03	39,86	39,02
	136	59,74	11,49	72,32	23,03
Предсалаирская	203	44,49	53,14	30,43	20,92
	205	71,69	28,28	35,46	55,92
	206	40,50	57,21	26,84	19,41
	207	58,08	30,73	54,14	19,81
	208	69,73	22,21	51,89	44,08
Верхнеобская провинция		50,99	41,06	30,28	32,13
Предсалаирская провинция		55,50	41,03	34,91	32,86

Таким образом, в границах всех рассматриваемых местностей и провинций оптимальным экологическим параметрам соответствует только соотношение освоенных и естественных ландшафтов. При этом, следует отметить необходимость снижения распаханности территории и увеличения доли кормовых угодий в общей площади сельхозугодий для предотвращения их дальнейшей деградации.

Для приведения экологических параметров сельскохозяйственного воздействия для каждой местности к оптимальным значениям потребуется в целом:

- снижение площади залежных угодий на 18903,53 га;
- снижение площади пашни на 7416,55 га;
- увеличение площади сенокосов на 19981,39 га;
- увеличение площади пастбищ на 2214,54 га;
- увеличение площади лесов (Тягунское лесничество) на 4124,15 га.

Используя разработанную методику оценки экосистемных услуг, мы оценили их изменение при оптимальных параметрах сельскохозяйственного воздействия в сравнении с существующей структурой землепользования (таблица 38).

Таблица 38 – Изменение ценности экосистемных услуг при предполагаемых изменениях структуры землепользования

Провинции	Номер местности	Изменение ценности экосистемных услуг в сравнении с первоначальным сценарием, руб./га/год							Всего, тыс. руб./год
		Прирост древесины, недревесных и пищевых ресурсов леса	Прирост многолетних трав на сено	Потенциальная ценность пастбищ	Потенциальная ценность пахотных угодий	Ценность депонирования углерода	Аттрактивность ландшафтов	Генетические ресурсы редких видов растений и животных, промысловых видов	
Верхнеобская провинция	131	0,00	547,87	0,00	-555,10	119,07	0,00	0,00	9322,91
	134	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	135	0,00	154,18	0,00	0,00	36,51	0,00	0,00	5339,99
	136	12,91	0,00	-14,55	0,00	5,88	0,00	31,56	651,24
	203	26,39	350,12	0,00	-1020,10	83,79	0,00	51,17	-28240,16
Предсалаирская провинция	205	0,00	291,94	0,00	0,00	67,30	0,00	0,00	10345,62
	206	38,13	0,00	292,24	-1160,84	8,60	0,00	67,03	-15494,71
	207	34,17	0,00	-11,44	0,00	10,27	0,00	66,87	550,21
	208	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Общий эффект, тыс. руб./год								

За счет увеличения площади кормовых угодий увеличится ценность прироста многолетних трав на сено и потенциальная ценность пастбищ, за счет прироста площадей лесов увеличатся объемы депонирования углерода, прирост древесины, недревесных и пищевых ресурсов леса, увеличатся площади местообитаний охотничьих животных.

Однако, за счет снижения площади пашни при предлагаемых изменениях ценность экосистемных услуг в районе в целом снизится на 17,5 млн руб./год. Наиболее значительным снижением ценности экосистемных услуг окажется в распаханых местностях Предсалаирской провинции – более чем на 32 млн руб./год. Это, прежде всего, подтверждает двойственность проблемы достижения

устойчивого развития – необходимость недопущения деградации экосистем требует снижения сельскохозяйственного воздействия, что, в свою очередь, чревато снижением объемов обеспечивающих услуг, которые, в силу сложившегося рынка, ценятся намного сильнее, чем услуги по регулированию климата.

В существующей ситуации существует два варианта решения данной проблемы:

1) интенсификация пахотного земледелия, которая позволит повысить урожайность сельскохозяйственных культур и, таким образом, увеличить кадастровую стоимость пахотных земель;

2) оптимизация структуры землепользования за счет значительного объема залежных угодий, которые в настоящее время не используются.

Первый вариант требует значительных затрат со стороны сельхозпредприятий района и физических лиц, и, в условиях низкой рентабельности сельского хозяйства в ближайшей перспективе представляет собой чрезвычайно сложную задачу.

Что касается второго варианта, в Заринском районе существуют достаточно крупные площади залежных земель, освоенных во второй половине XX века и заброшенных в настоящее время. По нашим оценкам, площадь залежных земель по состоянию на 2019 год составляет 4,16% от площади района. Хотя такие угодья являются сельскохозяйственными, на данный момент они не оказывают обеспечивающих экосистемных услуг по разным причинам (например, из-за нерентабельности распашки, исчезновения субъектов хозяйствования и др.).

Таким образом, существует потенциал ведения хозяйственной деятельности на таких угодьях. Для оценки вариантов использования участков залежных земель, расположенных в рамках конкретных ландшафтных местностей с точки зрения устойчивого развития необходимо совмещение:

- 1) экологических параметров сельскохозяйственного воздействия;
- 2) экспертных оценок;
- 3) разработанной методики оценки экосистемных услуг.

Рассмотрим особенности расположения залежных земель в рамках местностей (таблица 39).

Таблица 39 – Особенности расположения участков залежных земель в границах местностей

Номер местности	Описание	Площадь залежных земель, га	Особенности расположения участков залежных земель
131	Холмисто-увалистые расчлененные поверхности со злаково-разнотравными луговыми степями и остепненными лугами на черноземах выщелоченных и оподзоленных в сочетании с березовыми и осиново-березовыми остепненными лесами и колками на серых и темно-серых лесных почвах.	8793,36	Существует ряд ограничений для выпаса скота, связанных с ростом площадей оврагов. Участки залежных земель практически повсеместно прилегают к лесным массивам, что создает условия, пригодные для сенокосения
134	Первые надпойменные террасы больших и средних рек заболоченные, плоские, местами бугристо-грядовые с березовыми, сосново-березовыми и травяно-кустарниковыми лесами на дерново-слабоподзолистых почвах.	262,34	Участки залежных земель находятся вблизи населенных пунктов с развитым мясомолочным животноводством, окружены пастбищами и пригодны для выпаса скота
135	Пологосклонные долины и балки с ровными плоскими днищами, занятыми остепненными и настоящими лугами и ковыльными степями по склонам на черноземно-луговых, луговых и реже лугово-болотных почвах.	1105,42	Участки залежных земель располагаются вблизи небольших рек, где создаются условия, подходящие для сенокосения
136	Поймы больших и средних рек, расчлененные старицами, с разнотравно-злаковыми закустаренными и галофитными лугами на аллювиальных луговых и болотно-луговых почвах в сочетании с ветлово-тополево-кустарниковыми лесами на аллювиальных слоистых почвах.	214,15	Существует необходимость ограничения выпаса скота на территории во избежание роста площадей оврагов и загрязнения рек. Участки залежных земель в поймах рек рекомендуется использовать для выборочного сенокосения
203	Холмисто-увалистые междуречные расчлененные поверхности с бобово-разнотравно-злаковыми остепненными лугами на черноземах выщелоченных в сочетании с березовыми перелесками на серых и темно-серых лесных почвах (220-330 м).	4074,86	Залежные угодья, как правило, примыкают к сенокосам, доля которых в общей структуре площади здесь – максимальная в районе. Предлагаются для использования в качестве сенокосов
205	Увалистые расчлененные и холмисто-увалистые поверхности с осиново-березовыми высокотравными лесами в	2152,61	Залежные земли почти повсеместно прилегают к лесным массивам, что создает

	сочетании со злаково-разнотравными лугами на темно-серых лесных почвах (240-300 м)		условия, пригодные для сенокосения
206	Приречные пологосклонные расчлененные поверхности с березовыми травяными лесами на темно-серых лесных почвах.	2308,59	В данной местности существуют оптимальные условия рельефа для выпаса скота (коэффициент поедаемости пастбищной травы – 0,7). К местности прилегает крупное животноводческое предприятие – ООО «Алтай». В силу низкой лесистости также предлагается лесовосстановление на 123 га залежных земель, прилегающих к крупным оврагам, для ограничения их распространения
207	Террасированные долины с разнотравно-злаковыми и осоково-злаковыми лугами на луговых и болотно-луговых почвах.	254,54	Местность прилегает к населенным пунктам с развитым мясомолочным животноводством в домашних хозяйствах – с. Мироновка, с. Зыряновка. В силу низкой лесистости предлагается лесовосстановление на 12 га залежных земель, прилегающих к лесным массивам
208	Террасированные долины с осиново-березовыми осоковыми и осоково-вейниковыми заболоченными лесами на торфяно-глеевых и перегнойно-глеевых почвах.	1876,55	Участки залежных земель расположены в долине р. Аламбай, где существуют условия, подходящие для сенокосения

Исходя из вышесказанного, предлагаются разные варианты использования залежных угодий в разных местностях (таблица 40).

Таблица 40 – Предлагаемые варианты использования залежных угодий в границах ландшафтных местностей Заринского района

Номер местности	Площадь залежных земель, га	Вариант использования залежных земель
131	8793,36	Сенокосы
134	262,34	Пастбища
135	1105,42	Сенокосы
136	214,15	Сенокосы

203	4074,86	Сенокосы
205	2152,61	Сенокосы
206	2308,59	Пастбища, Лесовосстановление (123 га)
207	254,54	Пастбища, Лесовосстановление (12 га)
208	1876,55	Сенокосы

Предлагаемые изменения в структуре землепользования повлияют на её соответствие экологическим параметрам сельскохозяйственного воздействия (таблица 41).

Таблица 41 – Оценка экологических параметров сельскохозяйственного воздействия на территории Верхнеобской и Предсалаирской провинций в границах Заринского района при предлагаемых вариантах использования залежных земель, %

Провинции	Номер местности	Доля естественных ландшафтов	Доля пашни в общей площади территории	Доля кормовых угодий в площади сельхозугодий	Доля лесных площадей в общей площади территории
Верхнеобская	131	55,54	43,24	36,01	31,18
	134	59,43	12,30	63,26	37,18
	135	64,94	28,08	47,27	39,02
	136	60,92	10,31	75,08	23,03
Предсалаирская	203	51,83	45,80	40,04	20,92
	205	79,17	20,81	52,51	55,92
	206	51,74	45,96	40,76	20,01
	207	62,70	26,11	60,91	20,03
	208	75,82	16,13	65,06	44,08
Верхнеобская провинция		58,41	33,64	42,86	32,13
Предсалаирская провинция		63,06	33,47	46,81	32,95

Как видно из таблицы, предполагаемые изменения использования залежных угодий приведут к тому, что все экологические параметры в каждой местности будут находиться в пределах допустимых границ, что позволит осуществлять на

этой территории хозяйственную деятельность без угрозы деградации экосистем и снижения ценности экосистемных услуг. Кроме того, вовлечение залежных земель в сельскохозяйственную деятельность приведет к изменению структуры ценности таких экосистемных услуг, как депонирование атмосферного углерода, потенциальная ценность пастбищ, прирост многолетних трав на сено, а также прирост недревесных и пищевых ресурсов леса.

Так, за счет увеличения доли кормовых угодий в общей структуре сельхозугодий значительно увеличится потенциал обеспечивающих услуг сенокосов, а благодаря высокой способности сенокосов к депонированию углерода из атмосферы – также и ценность услуг по регулированию климата.

Отличия ценности экосистемных услуг при предлагаемом варианте использования залежных угодий от первоначальной их стоимости (до изменения) представлены в таблице (таблица 42).

Таблица 42 – Выгоды от предлагаемых изменений структуры землепользования

Провинции	Номер местности	Изменение ценности экосистемных услуг в сравнении с первоначальным сценарием, руб./га/год							Всего, тыс. руб./год
		Прирост древесины, недревесных и пищевых ресурсов леса	Прирост многолетних трав на сено	Потенциальная ценность пастбищ	Потенциальная ценность пахотных угодий	Ценность депонирования углерода	Аттрактивность ландшафтов	Генетические ресурсы редких видов растений и животных, промысловых <small>рыбов</small>	
Верхнеобская провинция	131	0,00	412,00	0,00	0,00	86,02	0,00	0,00	41515,33
	134	0,00	0,00	45,40	0,00	-0,94	0,00	0,00	458,76
	135	0,00	154,18	0,00	0,00	32,28	0,00	0,00	5221,54
	136	0,00	45,44	0,00	0,00	9,56	0,00	0,00	1012,26
Предсалаирская провинция	203	0,00	283,63	0,00	0,00	59,22	0,00	0,00	19238,40
	205	0,00	291,94	0,00	0,00	61,08	0,00	0,00	10166,42
	206	0,08	0,00	281,11	0,00	-4,60	0,00	4,94	5776,17
	207	0,02	0,00	82,10	0,00	-1,84	0,00	0,00	444,21
	208	0,00	237,33	0,00	0,00	49,65	0,00	0,00	8862,46
Общий эффект, тыс. руб./год									92467,81

Увеличение площадей пастбищ несколько снизит способность экосистем к депонированию углерода в некоторых местностях, однако, это снижение незначительно по сравнению с ростом объема депонирования в местностях, где предполагается увеличить площадь сенокосов. В целом, предполагаемый вариант

изменения структуры землепользования района за счет вовлечения в оборот залежных земель увеличит ценность экосистемных услуг в районе на 92,46 млн. руб./год.

Сравним предлагаемый вариант с вариантом, который предполагает соответствие всех экологических параметров сельскохозяйственного воздействия оптимальному уровню (таблица 43).

Таблица 43 – Сравнение вариантов изменения структуры землепользования
Заринского района

Варианты изменения структуры землепользования	Уровень экологических параметров сельскохозяйственного воздействия	Изменение ценности экосистемных услуг, тыс. руб./год
Существующая структура землепользования	Критический	0
Структура землепользования приводится к соответствию оптимальным параметрам воздействия	Оптимально-экологизированный	-17526,11
Проводится изменение структуры землепользования за счет вовлечения в оборот участков залежных земель с учетом их расположения и экологических параметров	Оптимально-приемлемый	92467,81

Таким образом, предлагаемый вариант оптимизации структуры землепользования уравнивает экологические и экономические устремления общества, с одной стороны – не допуская деградацию ландшафтов, а с другой стороны – позволяя увеличить ценность благ, получаемых обществом от экосистем. Внедрение подобных оценок в практику принятия решений по планированию землепользования позволит осознанно осуществлять сельское хозяйство на территории, планировать ценность экосистемных услуг и не допускать её снижения в будущем, что соответствует целям устойчивого развития. При этом следует понимать, что монетарные показатели при проведении таких оценок используются не для определения объемов необходимого финансирования экосистемных услуг, а лишь для определения более рационального варианта использования земель.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отсутствие учёта ценности экосистемных услуг при осуществлении хозяйственной деятельности приводит к дисбалансу экологических и экономических устремлений общества. Это создает необходимость в оценках экосистемных услуг и учёте их ценности при осуществлении хозяйственной деятельности. Опираясь на существующие результаты глобальных оценок, полученные Р. Костанца, можно утверждать, что их годовая ценность кратно превышает объемы валового мирового продукта. В связи с этим, на текущем этапе развития общества полная интеграция оценок экосистемных услуг в экономические механизмы природопользования не представляется возможной. Тем не менее, учёт экосистемных услуг в настоящее время может быть реализован путём с целью разработки сценариев более рационального использования земель региона с позиций устойчивого развития.

Особенности современных оценок экосистемных услуг с целью планирования изменений в землепользовании, прежде всего, заключаются в том, что в рамках комплексных оценок проводят оценку не всех существующих на территории экосистемных услуг, а лишь тех, которые определяют хозяйственную деятельность на территории и являются наиболее ценными. В качестве основных экосистемных услуг в современных исследованиях европейских коллективов фигурируют услуги по обеспечению плодородия почв, регулированию климата, поддержанию биоразнообразия и аттрактивности ландшафтов. При этом, принимается во внимание не весь потенциал экосистемных услуг территории, а только тот объем их использования, при котором не нарушается устойчивость экосистем.

В качестве ключевого района для проведения исследования был выбран Заринский район Алтайского края. Ландшафты Заринского района принадлежат к трём ландшафтными провинциям: лесостепных Верхнеобской и Предсалаирской (Западно-Сибирская равнинная страна) и предгорной Салаирской (Алтае-Саянская горная страна), что определяет разнообразие природных условий на территории,

которое определяет дифференциацию структуры землепользования и влияет на значения ценности экосистемных услуг, что обеспечивает репрезентативность получаемых результатов.

Физико-географические особенности района создают условия для формирования потенциала обеспечивающих, регулирующих и культурных экосистемных услуг. В частности, равнинный рельеф большей части территории края вкупе с наличием водных артерий, достаточной суммой активных температур воздуха определяют сельскохозяйственную специализацию западной и центральной частей района. В восточной части района существуют условия, подходящие для развития лесного хозяйства, таежные ландшафты в совокупности с распространённостью пищевых ресурсов леса и охотничьих животных создают условия для рекреации и туризма.

В районе представлены сельскохозяйственные и лесохозяйственные производства полного цикла, в настоящее время активно развивается горнолыжный, пеший, гастрономический туризм, а также туризм, связанный с экстремальными видами спорта. Также ведётся и природоохранная деятельность, которая выражается в развитии созданного в 2020 году национального парка «Салаир».

Тем не менее, при этом, использование многих экосистемных услуг в настоящее время хотя и фактически производится, но их учёт не ведётся – они воспринимаются обществом как бесплатные и, таким образом, не имеющие ценности, что зачастую приводит к неэффективному использованию земель с точки зрения устойчивого развития. Так, использование почвенного плодородия производится без учёта оптимальных параметров сельскохозяйственного воздействия, при использовании ресурсов леса в настоящее время лишь частично учитываются обеспечивающие экосистемные услуги, главным образом обеспечение древесиной. Недревесные ресурсы леса, хоть и номинально учитываются, однако их использование в связи с особенностями законодательства осуществляется бесконтрольно. При этом, неучтённой является ценность регулирующих экосистемных услуг, оказываемых лесами, в том числе –

связывание лесами атмосферного углерода, аттрактивность ландшафтов, создающая возможности для рекреации и туризма, не учитывается наличие на территории богатого биоразнообразия, определяющего устойчивость ландшафтов, наличие ценных, редких экосистем, видов растений, животных и птиц.

Отсутствие учёта ценности многих функций экосистем при осуществлении хозяйственной деятельности приводит к дисбалансу между интересами отдельных предприятий и отраслей в целом, которые стремятся к получению максимальной материальной выгоды, и интересами сохранения жизнеобеспечивающих функций экосистем в надлежащем состоянии.

Исходя из природных условий, особенностей хозяйства в районе и структуры землепользования, были идентифицированы следующие основные экосистемные услуги:

- прирост древесины, недревесных и пищевых ресурсов леса;
- прирост многолетних трав на сено;
- потенциальная ценность пастбищ;
- потенциальная ценность пахотных угодий;
- депонирование атмосферного углерода (регулирование климата);
- аттрактивность ландшафтов (условия для развития рекреации и туризма);
- генетические ресурсы редких видов растений и животных, промысловых видов.

Для их оценки предложена методика расчета экономической ценности экосистемных услуг и антиуслуг, основанная на апробированных в международных проектах подходах, впервые использованная на муниципальном уровне одного из регионов Алтайского края.

Применение методики на участках трех ландшафтных провинций (лесостепных Верхнеобской и Предсалаирской, предгорной Салаирской) позволило определить дифференциацию структуры землепользования и влияние на оценку экосистемных услуг в условиях ландшафтных различий.

По результатам оценки этих услуг можно сделать вывод о том, что территория каждой ландшафтной провинции в масштабах района является наиболее ценной с точки зрения оказания одной или нескольких экосистемных услуг: Верхнеобская провинция – пастбищные угодья; Предсалаирская провинция – прирост многолетних трав на сено, ценные пахотные угодья; Салаирская провинция – прирост древесины, недревесных и пищевых ресурсов леса, депонирование углерода, аттрактивность ландшафтов, генетические ресурсы редких видов растений и животных, промысловых видов.

В целом, наибольшая ценность экосистемных услуг в районе отмечена в наименее измененной хозяйственной деятельностью Салаирской провинции, где все ценные экосистемные услуги обеспечиваются лесами.

С использованием полученных данных была дана экономическая оценка последствий реализации нескольких сценариев в случаях изменения структуры сельскохозяйственного землепользования. В Заринском районе существуют достаточно крупные площади залежных земель, освоенных во второй половине XX века и заброшенных в настоящее время, которые на данный момент не оказывают обеспечивающих экосистемных услуг, но обладают потенциалом ведения хозяйственной деятельности. В настоящее время существует потенциал ведения хозяйственной деятельности на таких угодьях. Для оценки вариантов использования участков залежных земель, расположенных в рамках конкретных ландшафтных местностей с точки зрения устойчивого развития были совмещены экологические параметры сельскохозяйственного воздействия, экспертные оценки и разработанный алгоритм оценки экосистемных услуг. В рамках исследования был предложен вариант изменения структуры землепользования, предполагающий использование залежных земель в ряде местностей в качестве сенокосов, пастбищ, в двух местностях также предлагается лесовосстановление.

Результаты расчетов подтверждают, что использование разработанного алгоритма и применение экспертных оценок при планировании изменений в землепользовании уравнивает экологические и экономические устремления общества, с одной стороны – не допуская деградацию ландшафтов, а с другой

стороны – позволяя увеличить ценность благ, получаемых обществом от экосистем. Внедрение таких оценок в практику принятия решений по планированию землепользования позволит устойчиво осуществлять сельское хозяйство на территории, планировать ценность экосистемных услуг и не допускать её снижения в будущем, что соответствует целям устойчивого развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алгазин В.С. Полезные растения Западной Сибири. –Новосибирск: Новосибироблиздат, 1950. – 156 с.
2. Алтайкрайстат. База данных показателей муниципальных образований [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst01/DBInet.cgi>.
3. Алтайский край в цифрах. 2014-2018: Крат. стат. сб./ Управление Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и Республике Алтай. – Барнаул, 2019. – 196 с.
4. Алтайский край. Статистический ежегодник, 2013-2017. – Барнаул, 2018.
5. Атлас Алтайского края. Т. 1-2. – М. – Барнаул: ГУГК, 1978.
6. Безрукова Т.Л., Яковлева Е.А., Цзян Ч. Устойчивое развитие предприятия: вопросы методологии // Механизмы регулирования экономики. – 2008. – № 2. – С. 214-221.
7. Бобылев С. Н., Захаров В.М. Экосистемные услуги и экономика. – М.: ООО «Типография Левко», Институт устойчивого развития // Центр экологической политики России, 2009. – 72 с.
8. Бурлакова Л. М., Морковкин Г. Г. Земельные ресурсы Алтайского края и проблемы их рационального использования // Вестник АГАУ. – 2005. – №1. – С. 26-29.
9. Вандакурова Е.В. Растительность Кулундинской степи. – Новосибирск: Изд-во ЗСФАН СССР, 1950. – 128 с.
10. Винокуров Ю.И. Стратегическое управление устойчивым развитием аграрного природопользования в Алтайском крае: монография / Ю.И. Винокуров, Л.М. Бурлакова, О.В. Кожевина, Б.А. Красноярова, И.В. Орлова, В.Ф. Резников. – Барнаул: изд-во АлтГУ, 2010. – 163 с.

11. Винокуров, Ю.И. Природно-мелиоративная оценка земель в Алтайском крае Текст. / Ю.И. Винокуров, Н.И. Агафонова, Т.А. Пудовкина, Ю.М. Цимбалей и др. Иркутск, 1988. – 136 с.
12. Волкова Е. А. Экономическая оценка экосистемных услуг и перспективы развития рекреационной деятельности в ландшафтном природном парке «Зилим» // Инновационный потенциал естественных наук (сборник трудов конференции). Пермь, 2006. – С. 134-139.
13. География Сибири в начале XXI века: в 6 т. – Том 5. Западная Сибирь. /Гл. ред. В.М. Плюсин; Рос. акад. наук, Сиб. От-ние, Ин-т географии им. В.Б. Сочавы. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2015.
14. Глазырина И.П. Природный капитал в экономике переходного периода. – М.: НИА-Природа, м РЭФИА, 2001. – 204 с.
15. Глотко А.В. Организационно-экономические проблемы развития садоводства в Алтайском крае. – Барнаул, 2005. – 207 с.
16. Данные зимнего маршрутного учета охотничьих животных в Алтайском крае [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://altaipriroda.ru/directions/oxot_hozjajstvo/uchyot_zhiv/
17. Доклад конференции Организации Объединенных Наций по проблемам окружающей человека среде, Стокгольм, 5-16 июня 1972 года // издание Организации Объединенных Наций, глава 1.
18. Занин Г.В. Геоморфология Алтайского края (без Горно-Алтайской АО) // Природное районирование Алтайского края. – М., 1958. – С. 62–98.
19. Исаев А.С., Коровин Г.Н., Уткин А.И., Пряжников А.А., Замолодчиков Д.Г. Оценка запасов и годичного депонирования углерода в фитомассе лесных экосистем России //Лесоведение. – № 5. – 1993. – С. 3-10.
20. Кобышева Н.В., Пивоварова З.И. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Выпуск 20. Томская, Новосибирская, Кемеровская области, Алтайский край. – Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1993. – 715 с.

21. Коробкова Г.В. Изменчивость годового стока рек Алтайского края. // В сб. Водные ресурсы Алтайского края. – Барнаул, 1978.
22. Красноярова Б.А., Винокуров Ю.И., Булатов В.И. Программно-целевой подход в управлении природопользованием на уровне региона // Территориальные взаимосвязи хозяйства и природы (Материалы координационного совещания, г. Тирасполь, октябрь, 1988 г.). – М.: ИГ АН СССР, 1990. – С. 185-197.
23. Красноярова Б.А., Платонова С.Г., Рыбкина И.Д., Скрипко В.В., Спирин П.П., Стоящева Н.В., Суразакова С.П. Современные трансформационные процессы в регионах Большого Алтая. – Новосибирск, 2014. – 247 с.
24. Красноярова Б.А., Шарабарина С.Н. Трансформация системы землепользования Сибири // Экологические проблемы природопользования в Сибири: сборник научных трудов. Барнаул, 2010. – С. 149-153.
25. Куминова А.В. Растительный покров Алтая. – Новосибирск: РИО СО АН СССР, 1960. – 450 с.
26. Куражковский Ю.Н. Очерки природопользования / Ю.Н. Куражковский. – М.: Мысль, 1969. – 268 с.
27. Лесной план Алтайского края. Утвержден указом Губернатора Алтайского края от 29.11.2016 № 259-11/1-07.
28. Лесной план Алтайского края. Утвержден указом Губернатора Алтайского края от 26.02.2019 № 33.
29. Лисовский Г.М. Замкнутая система: человек – высшие растения. – Новосибирск: Наука, 1979.
30. Лукьянчиков Н.Н. Экономическая оценка природных ресурсов // Вопросы оценки. – 1997. – № 4. – С. 41-48.
31. Малков, Ю. П. Млекопитающие Республики Алтай и Алтайского края. Систематика и распространение / Малков, Ю. П., Беликов, В. И. – Горно-Алтайск, 2015. – 196 с.
32. Малолетко А.М. Лощинно-увалистый рельеф Степного Приобья и Кулунды и его происхождение // Вопросы географии Сибири. Вып. 9. Томск, 1972. – С. 124–141.

33. Моисеев Н. Н. Алгоритмы развития. – М.: «Наука», 1987.
34. Молчанов А. А. Оптимальная лесистость (на примере ЦЧР). – М.: Наука, 1966. – 126 с.
35. Назаренко А.Е., Красноярова Б.А. Стоимостная оценка экосистемных услуг по депонированию углерода экосистемами Алтайского края как составляющая перехода к устойчивому развитию // Геополитика и экогеодинамика регионов. – Том 4 (14). – Вып. 3. – 2018. – С. 89–99.
36. Неверов А. В., Воропаева О. А. Стоимостная оценка экосистемных услуг и биологического разнообразия // Труды БГТУ, 2013. – № 7. – С. 95–100.
37. Об утверждении стратегии развития лесной отрасли Алтайского края на период до 2025 года: Постановление Администрации Алтайского края от 02.07.2014 № 304.
38. Орлова И.В., Шарабарина С.Н. Реализация методики оценки сельскохозяйственного воздействия на природные системы (на примере Смоленского района Алтайского края) // География и природные ресурсы. – 2016. – № 2. – С. 183-190.
39. Отчет по третьему этапу работ, выполненный по договору с Проектом ПРООН/ГЭФ – Минприроды России «Задачи сохранения биоразнообразия в политиках и программах развития энергетического сектора России». – М., 2015. – 85 с.
40. Оценка экосистем на пороге тысячелетия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://millenniumassessment.org/ru/About.html>.
41. Парахин Н.В. Кобзев И.В. Горбачев И.В. Кормопроизводство. – М.: КолосС, 2006. – 432 с.
42. Постановление Правительства РФ от 22.05.2007 № 310 (ред. от 18.04.2019) «О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности».
43. Пятунина Е.А. Агротехнические приемы повышения продуктивности природных кормовых угодий в предгорьях Салаира (автореферат диссертации на

соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук). – Бийск, 2006. – 27 с.

44. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2018: Стат. сб. / Росстат. – М., 2018. – 1162 с.

45. Реймерс Н. Ф. Природопользование: Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

46. Реймерс, Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы) / Н.Ф. Реймерс. – М.: Россия молодая, 1994. – 366 с.

47. Реймерс Н.Ф., Штильмарк Ф.Р. Особо охраняемые природные территории. – М. – 1978. – 295 с.

48. Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию. Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3–14 июня 1992 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/riodecl.shtml.

49. Рунова Т.Г., Волкова И.Н., Нефёдова Т.Г. Территориальная организация природопользования. – М.: Наука, 1993. – 208 с.

50. Словарь Мультитран [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.multitrans.ru/c/m.exe?s=sustainable&dstat=sustainable&l1=1&l2=2>.

51. Стратегия пространственного развития России до 2025 года: утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2019 г. № 207-р.

52. Управление Алтайского края по развитию туризма и курортной деятельности: туризм в цифрах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://altdtur22.ru/pages/turizm-v-cifrah-v-altayskom-krae>.

53. Управление Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и республике Алтай. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://akstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/akstat/ru/statistics/altayRegionStat/enterprises/agriculture/.

54. Федеральная служба государственной статистики. Базы данных. Производство продуктов растениеводства. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cbsd.gks.ru/#>.
55. Федеральная служба государственной статистики. Инвестиции в основной капитал по субъектам РФ в январе-сентябре 2018 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/invest/inv-reg18.xls.
56. Федеральная служба государственной статистики. Основные показатели сельского хозяйства в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1140096652250.
57. Харламова Н.Ф. Современные изменения климата внутриконтинентальных районов России // Известия АлтГУ. – № 3(51), 2006. – С. 47-52.
58. Харламова Н.Ф., Романов А.Н., Винокуров Ю.И., Харламов С.В. Туристские ресурсы Алтайского края (монография). – Барнаул, 2011. – 178 с.
59. Цимбалей Ю.М. Ландшафтная карта Алтайского края. Масштаб 1:500000; ред.: Л.Ф. Лубенец, С.В. Циликаина, Н.Ю. Курепина. Научное редактирование: Ю.И. Винокуров. – Барнаул: ИВЭП СО РАН, 2016.
60. Черных Д.В., Золотов Д.В. Алтае-Хангае-Саянская горная страна: позиционно-географический подход к районированию // Мир науки, культуры, образования. – № 6 (31), 2011.
61. Экосистемные услуги наземных экосистем России: первые шаги. Status Quo Report. – Москва: Центр охраны дикой природы, 2013. – 45 с.
62. Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада. Т. 1. Услуги наземных экосистем / Ред.-сост. Е.Н. Букварёва, Д.Г. Замолотчиков. — М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2016. – 148 с.
63. Энциклопедия Алтайского края: климат / Н.Ф. Харламова. – В 2 т. – Т. 1, 1995.

64. Юрак В.В. Теоретико-методический подход к оценке общественной ценности природных ресурсов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. – Екатеринбург, 2017. – 25 с.
65. Accatino, F., Tonda, A., Dross, C., Léger, F., Tichit, M. Trade-offs and synergies between livestock production and other ecosystem services / *Agricultural Systems*. – V.168. –P. 58–72. – 2019. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2018.08.002>
66. Albert, C.; Galler, C.; Hermes, J.; Neuendorf, F.; von Haaren, C.; Lovett, A. Applying ecosystem services indicators in landscape planning and management: The ES-in-Planning framework / *Ecological Indicators*. – V. 61. – P. 1. – 2016. – P. 100-113. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.03.029>
67. Ash, N., Blanco, H., Garcia, K., Tomich, T., Vira, B., Brown, C. & Zurek, M. *Ecosystems and Human Well-Being: A Manual for Assessment Practitioners*. Island Press, Washington, 2010.
68. Basnou, C.; Baró, F.; Langemeyer, J.; Castell, C.; Dalmases, C.; Pino, J. Advancing the green infrastructure approach in the Province of Barcelona: integrating biodiversity, ecosystem functions and services into landscape planning / *Urban Forestry & Urban Greening*. - V. 55. - 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126797>.
69. Bastian O. Ecosystem properties, potentials and services. The EPPS conceptual framework and an urban application example / O. Bastian, D. Haase, K. Grunewald // *Ecological Indicators*. 2012. V. 21. P. 7–16. doi: <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2011.03.014>.
70. California Cap-and-Trade Program, Ontario Cap-and-Trade Program, and Québec Cap-and-Trade System February 2018 Joint Auction #14 Summary Results Report [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.arb.ca.gov/cc/capandtrade/auction/feb-2018/summary_results_report.pdf.
71. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V. 5.1. Guidance on the Application of the Revised Structure [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cices.eu/resources/>.
72. CommTrade Carbon [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.commtrade.co.nz/>.





73. Costanza R et al. Changes in the global value of ecosystem services // *Global Environmental Change*, 2014. – V. 26. – P. 152-158.
74. Costanza R et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital // *Nature*, 1997. – V. 387. – P. 253-260.
75. Costanza R., Daly H.E. *Natural Capital and Sustainable Development*. Vol. 6, No. 1 (Mar., 1992). – P. 37-46.
76. Daily G.C. (Ed.). *Nature's Services // Societal Dependence on Natural Ecosystems*, Island Press, 1997. – 415 p.
77. De Groot, R., Brander, L., Van Der Ploeg, S., Costanza, R. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units// *Ecosystem*, 2014. – Serv. 1. – P. 50–61.
78. Dolman A. J., Shvidenko A., Schepaschenko D., Ciais P., Tchebakova N., Chen T., van der Molen M. K., Beilelli Marchesini L., Maximov T. C., Maksyutov S., Schulze E. D. An estimate of the terrestrial carbon budget of Russia using inventorybased, eddy covariance and inversion method // *Biogeosciences*. – 2012. – V. 9. – P. 5323–5340.
79. Dunn H. *Payments for Ecosystem Services (Payments for Ecosystem Services)* // *Defra Evidence and Analysis Series*. – 2011. – Paper 4. – 67 p.
80. Emission trading registry [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.emissionsregistry.admin.ch/crweb/public/auction/list.do?org.apache.struts.taglib.html.TOKEN=5afb14644c67317d4a7fb28bb3e1d3aa>.
81. European Emission Allowances Auction (EUA) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.eex.com/en/market-data/environmental-markets/auctionmarket/european-emission-allowances-auction#!/2018/04/19>.
82. Gainullina Y.R. Formation of innovative approaches to the designing of a three-pronged concept of sustainable development of economic systems in the age of globalization // *Journal of Internet Banking and Commerce* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.icommerceland.com/open-access/formation-of-innovative-approaches-to-the-designing-of-a-threepronged-concept-of-sustainable-development-of-economic-systems-in-the-age-of-globalization.php?aid=82680>.



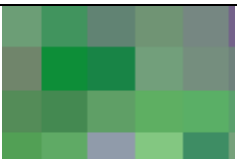

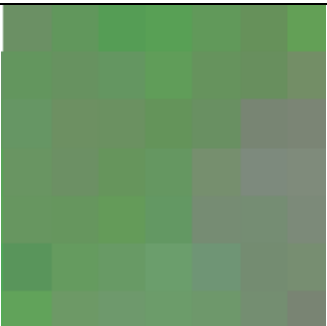

83. García-Díez V.; García-Llorente, M.; González, J.A. Participatory Mapping of Cultural Ecosystem Services in Madrid: Insights for Landscape Planning / *Land* 2020, 9, 244. <https://doi.org/10.3390/land9080244>
84. Global KRX [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://global.krx.co.kr/contents/GLB/05/0506/0506030101/GLB0506030101.jsp>.
85. International Carbon Action Partnership (ICAP) Status Report 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_attach&task=download&id=547.
86. Holt, A.R., Alix, A., Thompson, A., Maltby, L., Food production, ecosystem services and biodiversity: We can't have it all everywhere / *Science of The Total Environment*. – V.573. – P. 1422–1429. – 2019. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2016.07.139>
87. Katoomba Group: Events (Katoomba Group:Events). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.katoombagroup.org/>.
88. Koschke L. A multi-criteria approach for an integrated land-cover-based assessment of ecosystem services provision to support landscape planning / L. Koschke, C. Fürst, S. Frank, F. Makeschin // *Ecological Indicators*. 2012. V. 21. P. 54–66. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.12.010>.
89. Marine Ecosystem Services Partnership (Marine Ecosystem Services Partnership). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marineecosystemservices.org/>.
90. MEA. Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment // Island Press. – 2003 – 266 p.
91. Moulton R.J. Richards K.R. Costs of sequestering carbon through tree planting and forest management in the United States // United States. Forest Service [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US9142435>.
92. Müller F. Ecosystem services at the landscape scale: The need for integrative approaches / F. Müller, R. de Groot, L. Willems // *Landsc. Online* / 2010. V. 23. P. 1–11. doi: <https://doi.org/10.3097/LO.201023>.



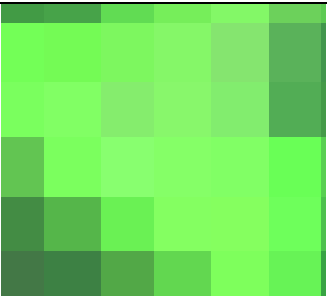

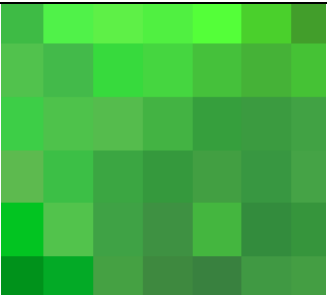

93. Nature and its Role in the Transition to a Green Economy [Nature and its Role in the Transition to a Green Economy]; Ten Brink P., Mazza L., Badura T., Kettunen M. and Withana S. Brussels-London // The Institute for European Environmental Policy (IEEP), 2012. – 72 p.
94. RCGI Inc. Market monitor report for auction 39 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rggi.org/sites/default/files/Uploads/AuctionMaterials/39/Auction_39_Market_Monitor_Report.pdf/.
95. Richards K.R. A Review of Forest Carbon Sequestration Cost Studies: A Dozen Years of Research // Climatic Change. – № 63(1). – 2004. – p. 1-48.
96. Simoncini R. Constraints and opportunities for mainstreaming biodiversity and ecosystem services in the EU's Common Agricultural Policy: Insights from the IPBES assessment for Europe and Central Asia / R. Simoncini, I. Ring, C. Sandström, C. Albert, U. Kasymov, R. Arlettaz // Land Use Policy. 2019. Volume 88. doi: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104099>
97. TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature. A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB. – Malta: Progress Press, 2010. – 49 p.
98. TEEB. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: The Ecological and Economic Foundations // Ed. Kumar P. Earthscan, 2010. – 422 p.
99. Turner, R.K. & Daily, G.C. The ecosystem services framework and natural capital conservation. // Environmental and Resource Economics. – 2008. – Paper 39. – P. 25–35.
100. UNEP-WCMC. UK NAE – The UK National Ecosystem Assessment, Cambridge, 2011. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://web.mit.edu/newsoffice/2006/beetles-0614.html>.
101. Zhang, X., Jin, X., Liang, X., Ren, J., Han, B., Liu, J., Fan, Y., Zhou, Y. Implications of land sparing and sharing for maintaining regional ecosystem services: An empirical study from a suitable area for agricultural production in China / Science of The Total Environment. – V.820, 153330. – 2022. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2022.153330>

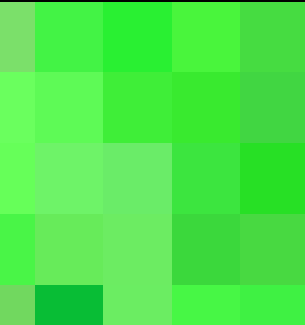

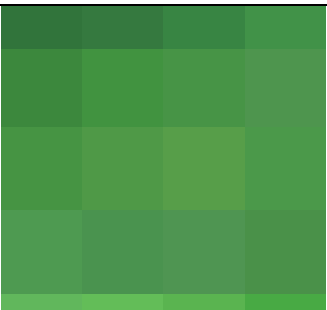

ПРИЛОЖЕНИЕ А

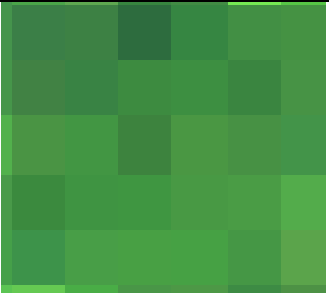

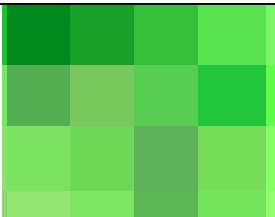

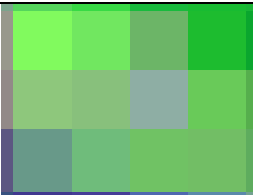

Соответствие различных цветовых комбинаций снимка LANDSAT видам земельных угодий на местности (по данным полевых исследований автора)







№, п/п	Координаты	Вид земельных угодий	Отображение на снимке LANDSAT 8 (6-5-2)	Фото
1	53°35'48.1" с. ш. 84°40'26.6" в. д.	Пашня		
2	53°35'54.0" с. ш. 84°39'56.1" в. д.	Пашня		


3	53°35'48.3" с. ш. 84°39'39.3" в. д.	Пашня		
4	53°35'47.2" с. ш. 84°39'41.9" в. д.	Сенокос		
5	53°35'04.4" с. ш. 84°39'22.9" в. д.	Пастбище		

6	53°35'11.7" с. ш. 84°39'57.8" в. д.	Пастбище		
7	53°35'14.6" с. ш. 84°40'14.9" в. д.	Пастбище		
8	53°35'40.5" с. ш. 84°39'47.7" в. д.	Лес (лесополоса, осина, береза)		

9	53°35'36.2" с. ш. 84°39'41.9" в. д.	Лес (молодняк, береза)		
10	53°35'24.21" с. ш. 84°39'49.17" в. д.	Лес (береза, осина)		

11	53°35'08.4" с. ш. 84°39'48.0" в. д.	Лес (береза)		
12	53°35'11.5" с. ш. 84°40'02.8" в. д.	Лес (колки, береза)		
13	53°35'51.0" с. ш. 84°39'51.4" в. д.	Залежь		

14	53°35'39.5"с. ш. 84°39'45.6" в. д.	Залежь		
15	53°35'37.5"с. ш. 84°39'45.2" в. д.	Залежь		
16	53°35'19.1"с. ш. 84°39'49.4" в. д.	Залежь		

17	53°35'29.5" с. ш. 84°39'09.5" в. д.	Залежь		
----	--	--------	--	---